

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

E.A.P. DE INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS

**Consideraciones de diseño para embarcaderos fluviales
en ríos de la Amazonía: caso embarcadero fluvial Cabo
Pantoja**

TESIS

para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Ricardo Miguel Obregón Montes

ASESOR

César Quispe Gonzales

Lima – Perú

2005

Dedico esta trabajo al Dios creador y a toda mi familia que con su apoyo puedo seguir alcanzando mis metas.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mis compañeros de trabajo, quienes con su apoyo e insistencia permanente, hicieron posible que logre terminar mi tesis.

I.	INTRODUCCIÓN	7
II.	OBJETIVOS	9
III.	INFORMACION BÁSICA	
3.1	Características de la región Amazónica:	
3.1.1	Geomorfología.....	10
3.1.2	Sedimentos.....	10
3.1.3	Geología.....	11
3.1.4	Climatología.....	15
3.1.5	Hidrología.....	21
3.1.6	Características generales de los ríos.....	24
3.2	Características de la zona del proyecto:	
3.2.1	Ubicación.....	30
3.2.2	Descripción general del terreno.....	30
3.2.3	Investigación geotécnica.....	31
3.2.4	Levantamiento hidrográfico.....	41
IV.	EXPERIENCIAS DE DISEÑO DE EMBARCADEROS FLUVIALES APLICADOS EN LOS RÍOS DE LA AMAZONÍA PERUANA.	
4.1	Tipos de infraestructura fluvial: ventajas y desventajas.....	46
4.2	Descripción de los embarcaderos.	
4.2.1	Embarcadero fluvial de Mazán.....	60
4.2.2	Terminal Portuario de Yurimaguas.....	62
4.2.3	Embarcadero fluvial de Contamana.....	65
4.2.4	Embarcadero fluvial de San Pablo.....	69
4.3	Evaluación de los embarcaderos fluviales de la Amazonía.	
4.3.1	Evaluación técnica.....	73
A)	Embarcadero fluvial de San Pablo.....	73
B)	Embarcadero fluvial de Contamana.....	76
C)	Embarcadero fluvial de Mazán.....	78
D)	Terminal Portuario de Yurimaguas.....	79
4.4	Experiencias operacionales de los embarcaderos fluviales.	
4.4.1	Embarcadero fluvial de San Pablo.....	81
4.4.2	Embarcadero fluvial de Contamana.....	82
4.4.3	Embarcadero fluvial de Mazán.....	83

4.4.4	Terminal Portuario de Yurimaguas.....	84
V.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LOS EMBARCADEROS FLUVIALES EN LA AMAZONÍA PERUANA.	
5.1	Consideraciones técnicas.....	87
5.2	Consideraciones ambientales.....	95
VI.	DESCRIPCIÓN Y PARÁMETROS DE DISEÑO DEL EMBARCADERO DE CABO PANTOJA.	
6.1	Selección del tipo de embarcadero para la localidad de Cabo Pantoja.....	97
6.2	Elección de la ubicación del embarcadero: Topografía, batimetría, suelos y canteras.....	97
6.3	Descripción del embarcadero propuesto.....	100
6.4	Normas y análisis de diseño.....	106
6.5	Parámetros de diseño.....	107
VII.	PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO.	
7.1	Obras civiles en río.....	109
7.2	Obras metal mecánicas.....	111
VIII.	DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA.	
8.1	Esquema de cálculo del embarcadero propuesto.....	113
8.2	Cálculo de las fuerzas actuantes sobre los elementos del embarcadero..	117
8.3	Diseño de las estructuras metal mecánicas.....	134
	➤ Puente basculante.....	135
	➤ Pontón de apoyo.....	145
	➤ Catamarán	170
8.4	Diseño de las estructuras civiles.	
	➤ Estribo	185
	➤ Macizo	198
	➤ Pantalla	203
8.5	Estabilidad	206
IX.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	
9.1	Estructuras de acero	207
9.2	Apoyos del puente	220
9.3	Defensas del muelle flotante	222
9.4	Estructuras de madera	223
9.5	Anclaje al río del muelle flotante	225
9.6	Excavaciones.....	226

9.7	Obras de mortero armado	229
X.	ESTUDIO Y MANEJO DE IMPACTO AMBIENTAL	
10.1	Identificación de impactos ambientales.....	249
10.2	Determinación de impactos ambientales potenciales.....	254
10.3	Plan de Manejo Ambiental.....	262
10.4	Plan de Contingencia.....	267
XI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	269
XII.	PLANOS.....	271
XIII.	BIBLIOGRAFÍA	294

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico de los pueblos modernos en el mundo siempre a estado ligado al comercio, actividad que se realiza con vías de comunicación adecuadas. La región Amazónica es una zona postergada a través de la historia, donde se necesita impulsar el desarrollo de las hidrovías de navegación en sus ríos, principal medio de transporte, implementando un plan de construcción de embarcaderos fluviales en toda la región con el objetivo de desarrollar un circuito de transporte fluvial que una a los diferentes pueblos de la amazonía.

Generalmente los pueblos de la amazonía peruana cuentan con un atracadero artesanal que no brindan las mínimas medidas de seguridad para las operaciones de embarque y desembarque de los productos y pasajeros, lo que les permiten tener un flujo de transporte fluvial reducido. La construcción de un muelle con mejores condiciones le otorgará tener un mayor tráfico fluvial lo que originaría un crecimiento económico y mayores facilidades para la navegación.

La dinámica fluvial que presentan los ríos amazónicos es muy compleja debido a que sus caudales aumentan permanentemente por las fuertes precipitaciones pluviales que incrementa la capacidad de arrastre del material sólido de la corriente originado por su mayor velocidad, produciendo los procesos de erosión y sedimentación en todo su recorrido. Los cauces de los ríos amazónicos al estar sometidos a estos procesos naturales, presentan sinuosidades llamados meandros que constantemente varían la configuración del terreno y las obras construidas en las márgenes del río donde la velocidad del flujo es mayor corren el riesgo, si es que no se protege la ribera, de que se produzcan erosiones al pie del talud ocasionando de que la estructura sea arrastrada por la fuerza de la corriente; un fenómeno inverso es que estén ubicados en la margen donde la velocidad del flujo es menor, lo que ocasiona que se depositen los sedimentos en suspensión trayendo como consecuencia de que el embarcadero quede alejado del cauce del río e imposibilitando el atraque de las embarcaciones.

La información básica disponible nos permite elegir la zona más adecuada para ubicar el embarcadero, garantizando su operatividad durante toda la época del año.

Los diseños, las experiencias operacionales y funcionales de los diferentes tipos de embarcaderos fluviales construidos en los ríos de nuestra amazonía, nos proporcionan pautas y consideraciones para el diseño a aplicarse en el futuro embarcadero fluvial de Cabo Pantoja, el cual está ubicado en la zona fronteriza con el Ecuador, a las orillas del río Napo.

En esta tesis, se desarrolla el presupuesto de las obras metal mecánicas y de las obras en río del proyecto, además de las especificaciones técnicas básicas para la futura construcción del embarcadero fluvial de Cabo Pantoja.

La construcción del embarcadero fluvial ocasiona la realización de un conjunto de actividades que modifican las condiciones ecológicas de la zona de influencia del embarcadero, por esta razón se desarrolla en este proyecto un capítulo referido al estudio y manejo del impacto ambiental.

II. OBJETIVOS

- Determinar consideraciones o parámetros de diseño aplicable a embarcaderos fluviales en los ríos de nuestra Amazonía.
- Proponer alternativas de diseño de embarcaderos que sean factibles técnicamente en la región amazónica.
- Evaluar, analizar y diseñar el Embarcadero fluvial de Cabo Pantoja como infraestructura portuaria básica para el desarrollo del transporte fluvial.

III. INFORMACIÓN BÁSICA

3.1.0 CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN AMAZÓNICA

3.1.1 GEOMORFOLOGÍA

Para la Amazonía, las geoformas más notables son las terrazas fluviales, playas hundidas, acantilados abruptos, terrenos ondulados, estuarios y las islas.

Durante el desarrollo de estas geoformas han intervenido fenómenos geológicos como la sedimentación y el tectonismo, y como complemento de ellos han intervenido los agentes climáticos y biológicos.

La sedimentación regional en la zona de selva baja es muy variada. Se deben destacar dos series de estratos en relación a sus edades de sedimentación. La cuaternaria de ambiente continental constituida por arcilla, limos, arenas y las asociaciones entre estos. El mar regresivo abandona la comarca de la amazonía al final del Terciario, lo que coincide con la formación de la superficie de discordancia sobre la serie de sedimentos del Terciario de ambiente marino epicontinental y con su transición marino-continental, esta última serie constituida fundamentalmente por arcillas.

El tectonismo ha participado fundamentalmente en cuanto al origen de las geoformas, conformando un relieve diferencial en esta región.

Como consecuencia del tectonismo y de los efectos de la demudación fluvial y pluvial, encontramos notablemente modificadas las unidades geomorfológicas de la región. El término Llanura Amazónica es válido para grandes extensiones, no así para pequeñas áreas, ya que localmente nada es llano en la selva.

3.1.2. SEDIMENTOS

En la secuencia estratigráfica reciente de la región se reconoce que los estratos se adelgazan y aumentan de potencia a cortas distancias y los entrecruzamientos son frecuentes. También se notan pequeñas discordancias y estratificaciones cruzadas. Estas manifestaciones en el depósito indican oscilaciones de un ambiente continental inestable, donde dichas oscilaciones han sido variables y el relieve deposicional algo irregular.

No se encuentra en la zona afloramientos rocosos, ni material para agregado grueso.

Los sedimentos predominantes son: arenas finas y medias, limos y arcillas.

Cronológicamente en la región se tiene la siguiente secuencia:

a) Sedimentos del Holoceno o Cuaternario reciente, constituidos por los últimos sedimentos de tipo arcilloso o arcillo-arenoso de colores rojizos y pardos debido al fenómeno de laterización, con una potencia conocida del orden de los 4 m.

b) Sedimentos del Terciario constituidos predominantemente por arcillas compactas a duras, de colores azul grisáceo hasta negro, con presencia de fósiles y delgadas capas de material carbonoso en transición a lignito, que se presentan intercalados en el banco de arcillas y limos.

Estos sedimentos son esencialmente marinos y presentan una transición a marino continental. Se aprecia también que en parte las capas de arenas y arenas algo arcillosas del Cuaternario sobreyacen en discordancia erosional a las capas de arcillas fundamentalmente marinas coincidentes con la regresión marina que se produce al finalizar el Terciario.

Para los sedimentos del Terciario en Iquitos se ha determinado 2 km de potencia a base de los estudios geofísicos (método de refracción sísmica) efectuados para exploraciones petroleras.

c) Por último, como resultado de estudios geofísicos más profundos se tiene evidencia que a 2 km aproximadamente se presenta el Cratón Brasileiro de edad probablemente Precámbrica.

El aspecto general de la zona pertenece al denominado tropical, con alta pluviosidad.

3.1.3 GEOLOGÍA GENERALIDADES

Se describe de manera generalizada la geología del territorio comprendido entre la margen derecha del Río Putumayo (zona peruana) y un tramo que comprenda, aproximadamente unos 5 km. de las márgenes derechas de los ríos Napo y Amazonas.

En la región estudiada afloran rocas sedimentarias de origen continental y marino depositadas en cuencas de antepaís, pericratónica e intracratónica de edad terciaria-cuaternaria, las que litológicamente se hallan constituidas por arcillitas, limolitas, areniscas, margas, conglomerados, niveles tufáceos y capas de carbón, además de depósitos aluviales más recientes.

Una tectónica débil congruente con la última fase de la Orogenia Andina (fase Quichuana), se estaría manifestando en la región con la ocurrencia de fallamientos de pequeña y mediana magnitud, que estarían afectando las unidades formacionales reconocidas. Asimismo, el encajonamiento y cambio de curso de

algunos ríos permite suponer la ocurrencia de movimientos epirogénicos modernos que habrían producido basculamiento de algunos sectores de la región.

ANÁLISIS GEOLÓGICO

➤ SÍNTESIS GEOMORFOLÓGICA

La Región estudiada se halla en el Nor Oriente peruano y abarca sectores importantes de las cuencas de los ríos Putumayo, Napo y Amazonas; se encuentra comprendida íntegramente en la gran unidad morfoestructural conocida como Llanura Amazónica o Selva Baja, la misma que se caracteriza por presentar una densa y exuberante vegetación de tipo tropical y un relieve que en detalle presenta colinas y lomadas desarrolladas sobre sedimentos terciarios y terciarios-cuaternarios, además presenta terrazas altas disectadas plio-pleistocénicas y varios niveles de terrazas bajas y medias cuaternarias, localizadas directamente sobre las unidades terciarias más antiguos.

El colector hidrológico principal dentro del área de estudio, es el río Putumayo y en menor medida, el Napo y el Amazonas. Estos tres ríos y sus afluentes se diferencian notablemente por su dinámica fluvial, esorrentía, carga y tipo de sedimentos, así como por la composición química de sus aguas.

El Putumayo y el Napo son ríos que se originan en los Andes ecuatorianos, en tanto que el Amazonas en la alta cordillera andina peruana. Los dos primeros se orientan de acuerdo a la pendiente del terreno siguiendo una dirección general SE, aunque por la localidad de Flor de Agosto, el Putumayo vira y toma una dirección OE, similar a la dirección dominante del Amazonas.

Las formas de relieve que presenta la región, resultan de la interacción física del medio con los eventos geotectónicos ocurridos luego del levantamiento andino, por lo que la morfogénesis data de fines del terciario al cuaternario reciente.

El área estudiada atraviesa el Arco de Iquitos, que es una zona constituida a base de colinas bajas, moderadamente disectadas y caracterizadas por una morfología bien redondeada y entallada por quebradas, con vertientes escarpadas. El drenaje profuso, de este territorio colinado dado el carácter litológico de sus rocas sedimentarias, constituidas por arcillitas y limolitas, es característicamente de tipo dendrítico. En el Nor Este se denomina "Tierra Firme" a estas zonas que gozan de drenaje libre sin mayores problemas de inundación e hidromorfismo, en oposición a las zonas inundables (varzea) durante la temporada de lluvias.

Entre los procesos morfodinámicos que afectan a la región destacan por su importancia las inundaciones, las mismas que ocurren anualmente durante la

época de lluvias. Secundariamente, se ubican los socavamientos laterales, los pequeños movimientos en masa, el hidromorfismo y la licuefacción de suelos.

➤ **ESTRATIGRAFIA**

Visto estratigráficamente, las rocas expuestas en el área estudiada varían desde el Terciario superior al Cuaternario reciente, y están constituidas por lutitas, areniscas y conglomeradas de origen marino a continental. Sin embargo se estima; que el prisma sedimentario general de la región oriental del país llega hasta el Paleozoico, comprendiendo un espesor aproximado de 12,000 m, el mismo que se adelgaza conforme se aleja del área cordillera andina.

En esta zona, las rocas terciarias se hallan cubiertas en sectores importantes por sedimentos conglomerádicos más modernos provenientes del área cordillerana.

Entre las unidades estratigráficas reconocidas, se tienen:

A. FORMACION PEBAS (Ts-p)

Es una formación muy fosilífera que litológicamente consiste en lutitas y lodolitas arenosas de color azul con ocasionales intercalaciones de margas, calizas y capas delgadas de coquina. Hacia la base y el tope presenta lodolitas rojizas, y a diversos niveles delgadas capas de lignito.

Esta formación se expande hacia el oriente a partir del Arco de Iquitos, constituyendo un territorio de colinas y lomadas. Según estudios efectuados en sus arenas, se ha determinado que la fuente de ella se halla en los Andes Orientales Ecuatorianos. Sus capas muestran un ligero buzamiento hacia el oriente a partir del Arco de Iquitos, deformación posiblemente relacionada a la fase Quishuana.

Por sus características litológicas se le considera depositada en un ambiente salobre; su espesor según perforaciones petrolíferas oscila entre 240 y 520 m, pero sus afloramientos en el campo no pasan los 40 metros.

B. FORMACIÓN IPURURO (Ts-ip)

Consiste de una gruesa secuencia de areniscas, arcillitas y lutitas de colores rojizos y grises, con niveles tufáceos y niveles conglomerádicos con ocasionales restos de troncos carbonizados (lignitos). Algunos horizontes son calcáreos.

Constituye una de las dos formaciones de mayor desarrollo en el área estudiada y sus afloramientos se extienden al occidente del Arco de Iquitos. Conforman una topografía suave donde dominan lomadas y colinas bajas.

Por su litología, se le considera depositada en un ambiente continental; estimándose su potencia en más de 1,000 metros. Sobreyace gradacionalmente a la Formación Pebas e infrayace con discordancia erosional a la Formación Iquitos. Se le data como depositada en el Pleoceno superior.

C. FORMACION IQUITOS (TsQp-ip)

Esta formación se halla constituida principalmente por conglomerados finos de carácter monomítico de matriz arena-arcillosa y arenas poco cementadas friables.

En el campo se la reconoce por conformar un relieve suave a modo de "mesas", las que por disección generan una topografía de lomadas y colinas bajas, quedando sus sedimentos en algunos sectores a modo de "sombreros".

Su espesor se estima en aproximadamente 20 metros, y se considera que es una formación generada por extensos depósitos de pie de monte proveniente del macizo andino ecuatoriano. Ocurre en forma discontinua en diversos sectores del área de estudio, pero especialmente al Occidente del Arco de Iquitos.

Sobreyace con discordancia erosional a los sedimentos de la Formación Ipururo; su contacto superior no ha sido observado.

Por sus relaciones estratigráficas se le data como Plioceno tardío al Pleistoceno.

D. DEPOSITOS ALUVIALES SUBRECIENTES (Qrs-a)

Consiste en un paquete de arenas, arcillas y gravilla poco a medianamente consolidadas y hacia su nivel superior de un manto de limos y arcillas.

Comprende el sistema de terrazas medias de edad pleistocena superior a holocena, que se caracterizan por ser no inundables o eventualmente inundables en sectores localizados. Su espesor va de 10 a 20 m.

Presenta una topografía llana con pendientes inferiores a 1%, pero en algunos sectores presenta ligeras ondulaciones a consecuencia de una moderada actividad erosiva pasada.

Por lo general esta geoforma se presenta en forma discontinua en ambos márgenes de los ríos que atraviesan la región, especialmente los más importantes, como el Putumayo y el Napo.

E. DEPOSITOS ALUVIALES RECIENTES (Qr-a)

Esta unidad se halla conformada por un paquete de arenas, arcillas y gravillas inconsolidadas, que constituyen los orillares, playas, islas y principalmente el sistema de terrazas bajas inundables holocénicas, que se presentan en los

sectores contiguos a las riberas de los ríos que drenan la región. El espesor de estos depósitos llega a 5 m.

Al igual que la anterior unidad, conforma un relieve de topografía llana con pendientes inferiores a 1 %.

La configuración de estos depósitos es por lo general elongada con anchos variables que llegan a algunos kilómetros en los ríos más importantes y se caracterizan por no presentar desarrollo genético de suelos.

➤ **TECTÓNICA**

El principal rasgo tectónico que afecta la región es el denominado Arco de Iquitos, territorio ligeramente elevado, constituido por colinas bajas y lomadas moderadas a fuertemente disectadas, caracterizadas por una morfología aplanada a redondeada en sus cimas y taludes abruptos, formados por la disección de las quebradas. Dicho arco tiene una dirección dominante, Norte-Sur, habría sido generado por reactivación tectónica moderna.

No se ha observado plegamientos, las capas terciarias de Pebas tienen un ligero buzamiento hacia el oriente a partir del Arco de Iquitos, en tanto que las capas del Ipururo buzcan ligeramente hacia el Occidente. Algunas fallas de dirección NNO y NNE han sido observadas durante la fotogeología atravesando los sedimentos terciarios, lo que indica un tectonismo de moderada intensidad.

Por otro lado, el paquete terciario-cuaternario se halla afectado por un neotectonismo que ha dado lugar a varios sistemas de fallas de pequeña magnitud no cartografiables.

3.1.4 CLIMATOLOGIA

GENERALIDADES

Por la posición latitudinal que ocupa el área, le corresponde a esta región un tipo de clima ecuatorial, es decir de temperaturas y precipitación uniformemente altas a lo largo del año. No existen aquí estaciones claramente definidas, ni por razones térmicas ni por la existencia de una notoria estación seca.

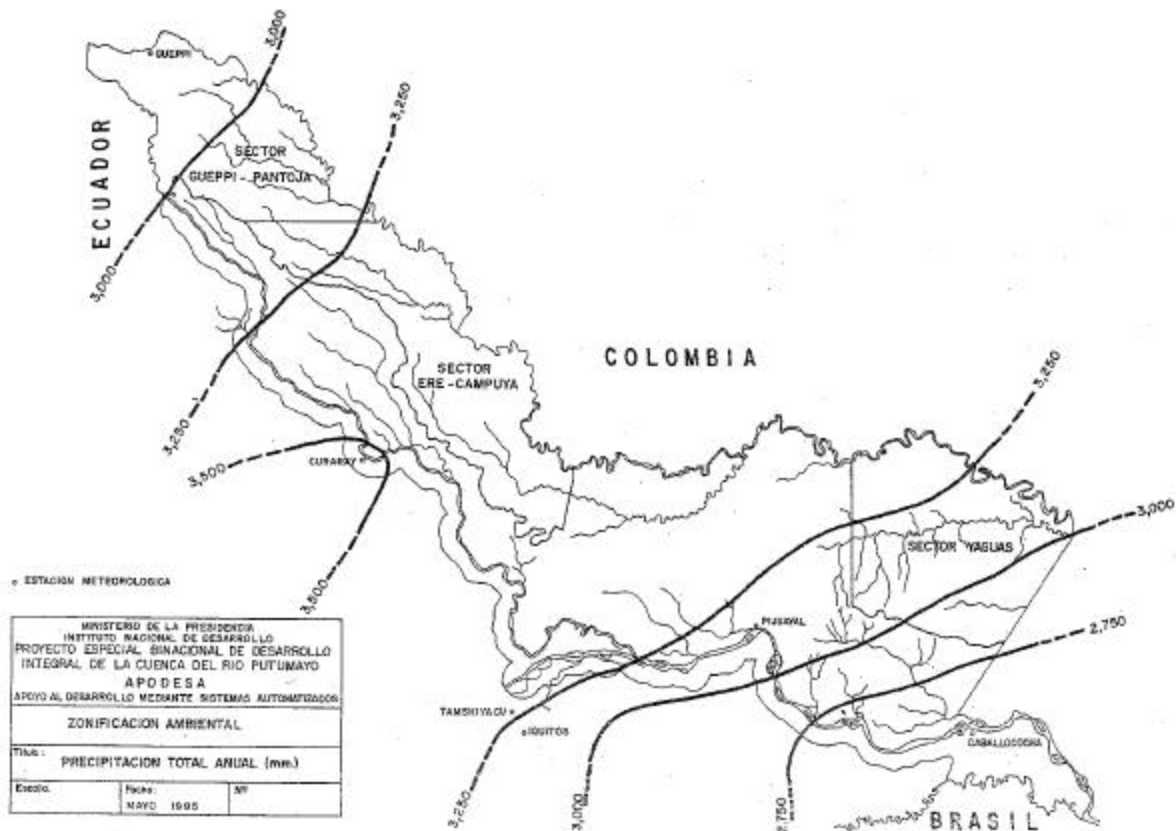
En general, se observan precipitaciones algo más abundantes durante los meses de Mayo a Julio en la localidad de Gueppi, ubicada en el extremo norte de nuestro territorio, muy cerca a la línea ecuatorial, ésta distribución pluvial se correlaciona mejor con la que se presenta en las regiones tropicales del hemisferio norte, en cambio las localidades de Iquitos y Pijuayal, ubicadas al sur del área, entre los 03°00'00" y 04°00'00" de latitud sur, presentan precipitaciones ligeramente más

concentradas entre los meses de Diciembre a Abril, como es la distribución normal en la zona tropical del hemisferio sur y tal como ocurre en la mayor parte del país.

Se trata entonces de una región selvática de lluvia; particularmente abundante todo el año, donde la estacionalidad pluvial sólo se define levemente hacia los extremos norte y sur del área, aunque en meses opuestos.

Este tipo de clima, fuertemente cálido y húmedo está mayormente determinado por la posición latitudinal ecuatorial de área, que la hace sujeta a las influencias predominantes de la convergencia intertropical húmeda, a las igualitarias duraciones del día y noche a lo largo del año y a la verticalidad casi permanente con que las radiaciones solares inciden a medio día en esta región. Además, la abundante pluviosidad está también ligada a la presencia de la densa cobertura vegetal de la selva ya que la elevada transpiración del bosque y su calentamiento, provocan constantes humedecimientos y ascensos convectivos del aire, con sus consiguientes formaciones de nubosidad y lluvias. Desde este punto de vista, el desarrollo de la vegetación selvática es principalmente un resultado de la copiosa precipitación de la región, pero igualmente del régimen climático húmedo que se mantiene gracias a la densa cubierta vegetal.

PRECIPITACIÓN



La precipitación total anual se encuentra en el rango de 2,500 a 3,500 mm. (Ver Mapa de precipitaciones), lo que indica la variación espacial de su comportamiento, por la presencia de los fenómenos atmosféricos que se dan en la zona, parcialmente en los desplazamientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y las masas de aire provenientes de latitudes medias que incursionan también a nuestro territorio. Por otra parte se tiene las masas de aire ecuatorial continental que se forma en las planicies del interior del Brasil por la convergencia de los vientos alisios de ambos hemisferios y por el fuerte calentamiento continental, lo cual provoca masas de aire inestable (precipitaciones mayores de 3,000 mm en el noreste, sector Yaguas).

Cuadro N° 3.1.4.1
Precipitación total mensual 1970 - 1977

Estación	Pp Anual (mm)
Gueppi	2,799
Curaray	3,536
Pijuayal	3,209
Iquitos	3,293
Caballococha	2,502
Tamshiyacu	3,070

TEMPERATURA DE LA REGIÓN

Las temperaturas más bajas de la región Loreto se registran al norte, caracterizándose el mes de Julio como el más frío, que está influenciado en parte por influjo de masas de aire provenientes de latitudes medias y por corresponder a la estación de invierno en el hemisferio sur.

Cuadro N° 3.1.4.2
Temperatura media anual por estaciones

Estación	Temp. Mínima media Julio (°C)	Temp. Media Anual (°C)
Gueppi	23.7	24.7
Curaray	25.2	25.7
Pijuayal	24.4	25.4
Iquitos	25.2	26.0
Tamshiyacu	24.7	25.2

El área estudiada presenta poca variabilidad en cuanto a la temperatura, con una oscilación térmica promedio de 1.6 °C, y absoluta de 2.7 °C, considerando las temperatura medias mensuales registradas en Gueppi, 23.7 - 25.5 °C; Curaray, 25.2 - 26.2 °C; Pijuayal, 24.4 - 26.1 °C; Iquitos, 25.2 - 26.4 °C y Tamshiyacu 24.7 - 26.0 °C, mínima y máxima, respectivamente.

HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa en muchos aspectos es la variable meteorológica más importante de la atmósfera, ya que está sujeta a un intercambio entre la tierra y la atmósfera, por causa de la energía solar y de la fuerza de gravedad. En el área estudiada la humedad relativa está en función de la transpiración de las plantas y evaporación del suelo y lagos.

Se considera como aire atmosférico o aire húmedo a la mezcla del aire seco y el vapor de agua.

La cantidad de humedad que pueda contener el aire depende directamente de la temperatura. La cantidad máxima o capacidad denota un estado de saturación, la cual puede alcanzarse por una inyección de vapor de agua o por una disminución de la temperatura.

La saturación puede ser medida por la Humedad Relativa la cual nos indica la proximidad al punto de saturación.

La Humedad Relativa en la zona estudiada presenta poca variabilidad estacional, presentando una Humedad Relativa media anual en el rango de 84% al 92%.

Las áreas de mayor humedad se localizan al este, entre Tamshiyacu y Pijuayal con valores que llegan hasta 92%.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para clasificar los factores climáticos se ha tomado como referencia el sistema de clasificación propuesto por Thornthwaite y comparando los valores de humedad y temperatura se ha identificado que el clima de la zona es cálido y muy húmedo, ya que los valores de los índices tanto de precipitación y temperatura calculados pasan de 128. Cuadros N° 3.1.4.3 y 3.1.4.4.

Cuadro N° 3.1.4.3

**Clasificación climática según la humedad relativa propuesta por
Thornthwaite jerarquías de humedad**

Índice (I)	Símbolo	Clima
128 o mayor	A	Muy húmedo
64 a 127	B	Húmedo
32 a 63	C	Subhúmedo
16 a 31	D	Seco
menor de 16	E	Muy seco

Tipos de distribución de la humedad a través del año

Símbolos	Significado
r	Sin estación seca definida
i	Deficiente de lluvias
p	Deficiente de lluvias en la primavera
b	Deficiente de lluvias en el otoño
o	Deficiente de lluvias en todas las estaciones
d	

Cuadro N° 3.1.4.4

**Clasificación climática según la temperatura propuesta por Thornthwaite
jerarquías de temperatura**

Índice (I')	Símbolo	Clima
128 o mayor	A'	Cálido
101 a 127	B 1'	Semicálido
80 a 100	B 2'	Templado
64 a 79	B 3'	Semifrío
32 a 63	C'	Frío
16 a 31	D'	Semifrío
1 a 15	E'	Frío
0	F'	Polar o gélido

Tipos de distribución de la humedad a través del año

Símbolo	(%)	Clima
a'	25 a 29	Sin cambio térmico invernal bien definido
b'	30 a 34	Con viento benigno
c'	35 a 49	Con invierno moderado
d'	50 a 69	Con invierno extremo
e'	70 a 100	Con invierno muy extremo

De esta manera, la simbología del clima corresponderá a ArA'a', la cual describe un clima cálido y muy húmedo, sin estación seca definida y sin cambio térmico invernal definido.

Las unidades ecológicas identificadas en la zona estudiada son: Bosque húmedo tropical que predomina en más de 90%, y en el área de influencia de la estación Curaray se encuentra una transición de bosque húmedo tropical a bosque muy húmedo tropical. Cuadros N° 3.1.4.5, 3.1.4.6 y 3.1.4.7

Cuadro N° 3.1.4.5

Unidades ecológicas en las estaciones meteorológicas

Estación	Pp media total (mm)	Temperatura Media (°C)	Biotemp. (°C)	Unidades Ecológicas
Gueppi	2,799.1	24.7	24.6	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Curaray	3,536.1	25.7	25.5	Bosque húmedo tropical transicional a bosque muy húmedo tropical (bh-T a bmh-T)
Pijuayal	3,209.3	25.4	25.1	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Caballococha	2,502.1	25.8	25.4	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Iquitos	3,293.8	26.0	25.5	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Tamshiyacu	3,070.5	25.2	25.3	Bosque húmedo tropical (bh-T)

Cuadro N° 3.1.4.6
Unidades ecológicas en los sectores

Sector	Unidad ecológica	Características generales
Gueppi-Pantoja	bh-T	Ecosistema húmedo con precipitación anual de rango 2,500 a 3,500 mm y biotemperatura con rango de 24.5 a 25.5 °C media anual. Actividad agropecuaria a lo largo de los ríos principales (mayormente agricultura de subsistencia). Extracción de recursos maderero, caza y pesca. Buen potencial agropecuario sólo en los suelos aluviales inundables estacionales
Ere-Campuya	bh-T	
Yaguas	bh-T	

Cuadro N° 3.1.4.7
Régimen de la precipitación por sectores

Sector	Pp. total Anual	Mayores Pp. (mm)			Menores Pp. (mm)		
		Meses	Total	%	Meses	Total	%
Gueppi-Pantoja	2,799	Jun, Jul	695	25	Nov, Dic Ene, Feb	621	22
Ere-Campuya	3,536	Mar a Set y Nov	2,796	79	Oct, Dic Ene, Feb	664	19
Yaguas	3,209	Feb a May	1,333	41	Jul, Ago	375	12

3.1.5 HIDROLOGÍA

GENERALIDADES

La Cuenca es un área natural en la cual el agua que cae por precipitación sufrirá diversos procesos los cuales finalmente formarán un curso de agua principal que se constituirá como el drenaje de dicho sistema. La cuenca así definida, constituye una unidad para el desarrollo y conservación de los recursos agua, suelo, bosques y fauna.

CUENCA DEL RIO NAPO

Superficie: La cuenca colectora tiene una extensión total de 10,864 Km², en la cual se hallan 12 subcuencas tributarias con una altitud media de 228. 0 m, que vierten sus aguas por la margen izquierda. La subcuenca de mayor tamaño es la del Tamboryacu con 3,048 Km² y la de menor extensión la del río Lorocaparín con 438 km².

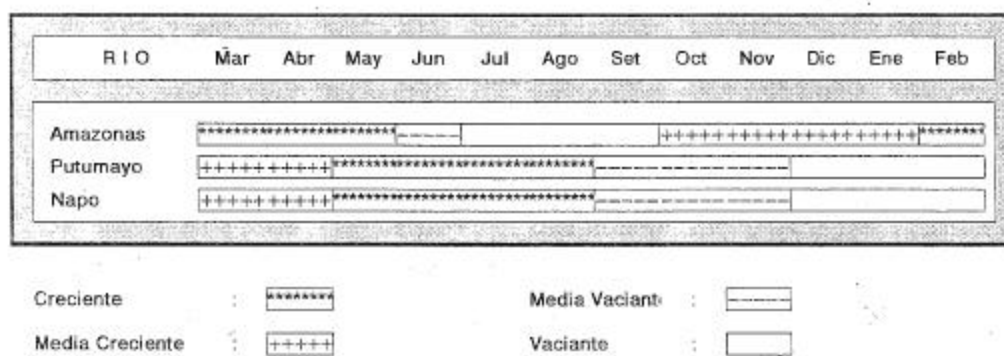
Factor de Forma: La forma de la cuenca es relativamente alargada, con un factor de forma igual a 0.01, este valor nos indica que no está sujeta a grandes crecientes en periodos de tiempo corto.

Pendiente y Densidad de Drenaje: La pendiente promedio del cauce principal y los tributarios es 0.04% y el factor de drenaje 0.05. Esta información permite concluir que las áreas aledañas al cauce están sujetas a sufrir inundaciones.

Precipitación: La precipitación promedio en la cuenca es 2,768.9 mm/año.

Régimen Hidrológico: Se caracteriza por presentar su época de creciente o aguas altas durante los meses de Mayo a Agosto, y de vaciante de Diciembre a Febrero, tal como corresponde a los ríos originados en la vertiente de los andes del norte, Cuadro N° 3.1.5; la navegabilidad en creciente puede realizarse hasta Pantoja con embarcaciones de 4 pies de calado, en vaciante solo es recomendable la navegación por embarcaciones de este calado hasta la desembocadura del río Curaray. Mapa N° 3.1.5.

Cuadro 3.1.5
Épocas de creciente y vaciante de los ríos Amazonas, Putumayo y Napo



CUENCA DEL BAJO AMAZONAS

Superficie: La superficie de la cuenca del río Bajo Amazonas es 12,515 km², en el área estudiada los tributarios por la margen izquierda definen 12 subcuencas.

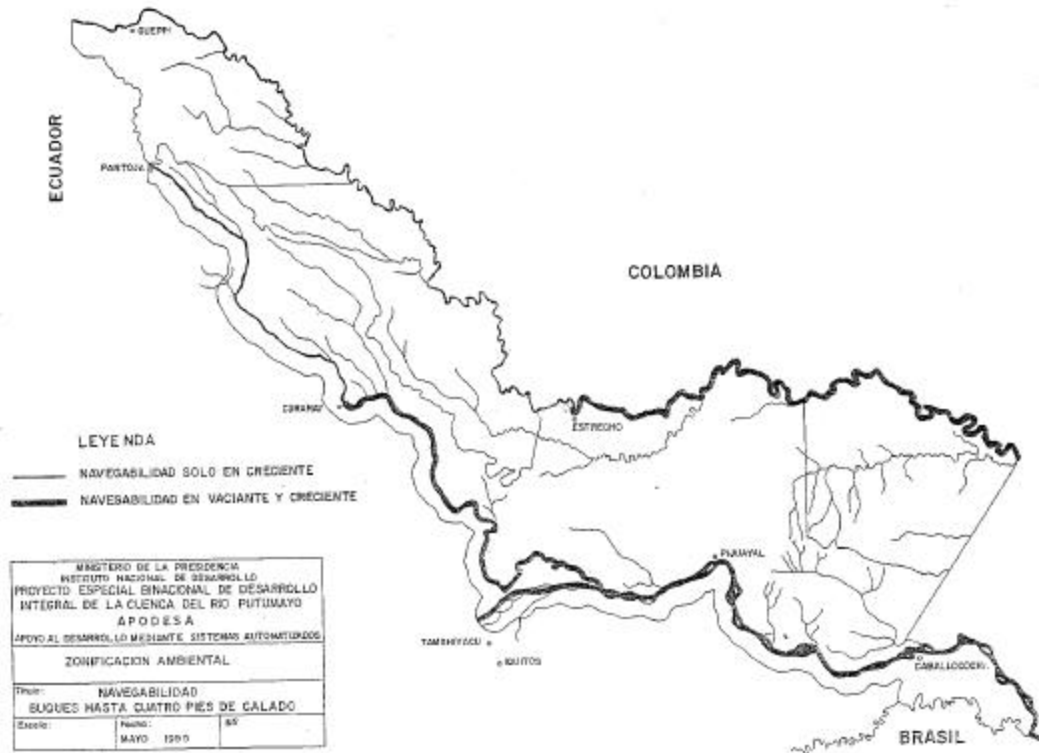
Factor de Forma: El factor de forma de la cuenca es 0.06, siendo este un valor bajo y describe condiciones de no estar afecta a grandes avenidas.

Pendiente y Densidad de Drenaje: La pendiente promedio del cauce principal es de 0.06% y el factor de drenaje 0.03.

Precipitación: La precipitación media de la cuenca es de 2733.6 mm/año.

Régimen Hidrológico: Se caracteriza por presentar su época de creciente durante los meses de Febrero a Mayo, y de vaciante de Julio a Septiembre, tal como corresponde a los ríos originados en la vertiente de los andes del sur, Cuadro N° 3.1.5; la navegabilidad es total en época de creciente y vaciante, Mapa N° 3.1.5.

Mapa 3.1.5
Navegabilidad en el sector estudiado



3.1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS RÍOS

Se describe las principales características de los ríos donde se ubican los embarcaderos analizados:

EL RÍO UCAYALI

▪ Descripción general

El río Ucayali, que conjuntamente con el río Marañón forman el río Amazonas, se origina de la confluencia de los ríos Urubamba y Tambo; por la naturaleza de su fondo, se divide en Alto Ucayali, desde sus inicios hasta la boca del Pachitea y en Bajo Ucayali desde la boca del río Pachitea hasta la confluencia con el Marañón.

Su longitud total es de 1,182.62 Km.; es un río caudaloso de curso sinuoso con numerosas islas. Tiene una dirección generalizada de Sur a Norte y su ancho varía entre 400 y 2,000 metros.

Sus aguas son de color sepia y su velocidad promedio es de 1.54 m/s, llegando a 4.11 m/s. en creciente en el Alto Ucayali.

El Alto Ucayali está caracterizado por lo torrentoso de sus aguas, cuya intensidad en creciente fluctúa entre 2.06 y 4.11 m/s, su lecho es de arena desde la boca del Pachitea hasta el poblado de Bolognesi, desde este lugar aguas arriba el lecho es pedregoso, con playas de cascajo y piedras hasta la confluencia de los ríos Tambo y Urubamba.

El Bajo Ucayali comienza después que recibe las aguas del río Pachitea por la margen izquierda. Su caudal se incrementa en forma notable y penetra en la Selva Baja donde discurre con una velocidad de 2.06 m/s. en época de creciente; en época de vaciante se forman grandes playas en los sectores convexos de los meandros convirtiéndose en campos agrícolas.

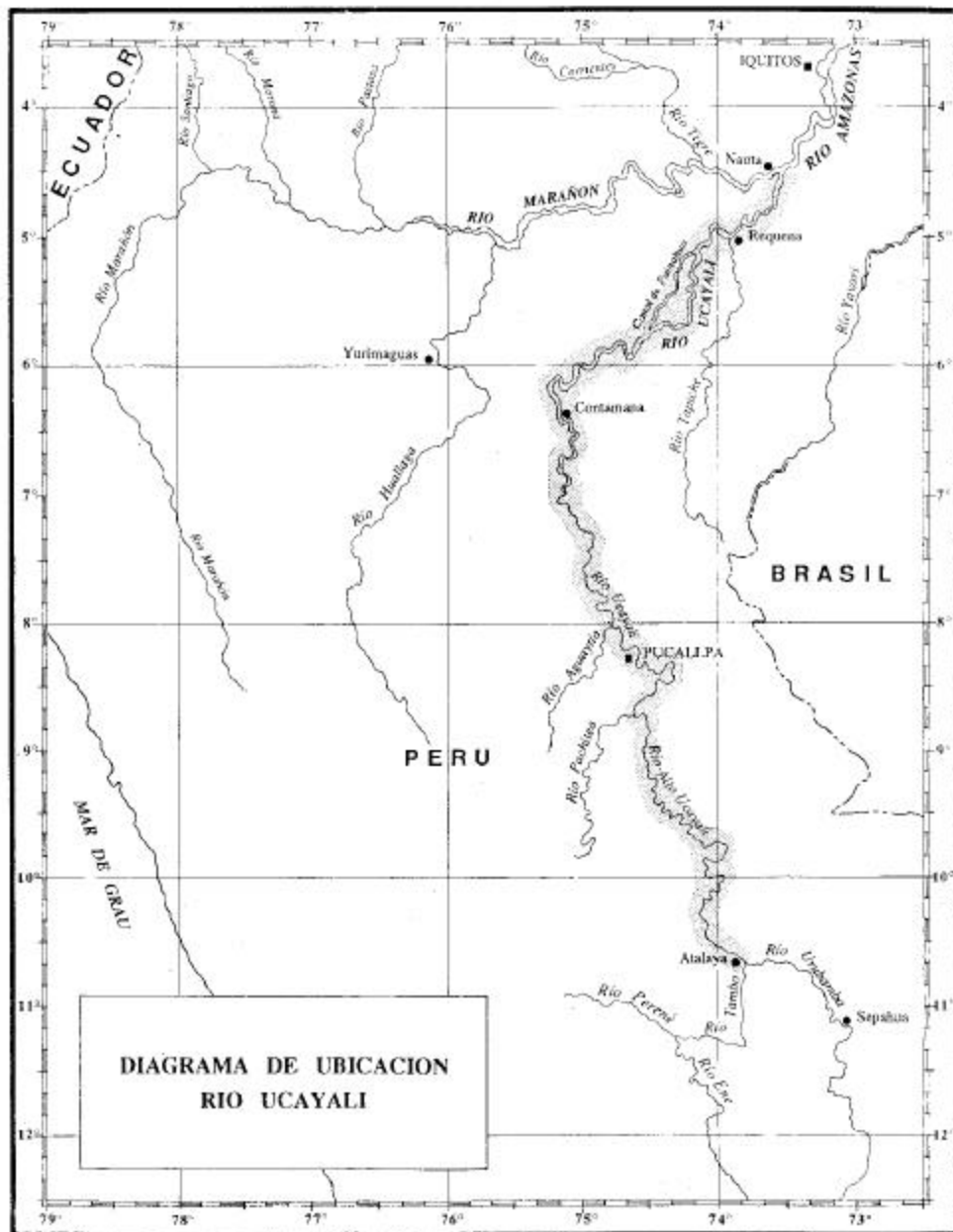
▪ Topografía

El Alto Ucayali tiene lecho de cascajo y piedras con riberas altas. El Bajo Ucayali tiene lecho de fango y arena y sus riberas son bajas.

▪ Régimen

La creciente del río ocurre entre los meses de Octubre y Marzo, alcanzando su máxima en Febrero y Marzo.

La vaciante se prolonga desde la segunda quincena de Marzo o Abril hasta Septiembre, alcanzando la máxima vaciante en Julio y Agosto.



- **Condiciones de navegación**

El río Ucayali es navegable en creciente en toda su extensión por embarcaciones de hasta 2.44 m. de calado y en vaciante por embarcaciones de 1.22 m. de calado.

En creciente, los aumentos de nivel originan algunas veces fuertes correntadas acompañadas de grandes palizadas, obligando en oportunidades a los buques a amarrar hasta que baje el nivel del río.

En vaciante, el principal problema lo constituyen las quirumas (palos incrustados en el lecho del río).

Ocasionalmente, en las madrugadas se presentan neblinas que limitan la visibilidad.

RIO HUALLAGA

▪ **Descripción general**

El río Huallaga es el principal afluente del río Marañón por su margen derecha, tiene sus nacientes en el departamento de Pasco, al sur de la Cordillera de Raura, en la laguna de Huascacocha a 4,710 msnm, con una longitud aproximada de 1,389 km.

Sus aguas hasta su desembocadura en el río Marañón, atraviesan los departamentos de Pasco, Huánuco, San Martín y Loreto, tomando una dirección general hacia el N desde sus nacientes hasta el poblado de Juanjuí, a partir de este punto hasta el poblado de Navarro toma una dirección NE, luego hacia el NO hasta el poblado de Yurimaguas y a partir de este lugar toma una dirección general hacia el NNE hasta su desembocadura en el río Marañón.

Sus aguas son barrosas, en su desembocadura el río Huallaga presenta 2 brazos debido a la presencia de la isla Milo, siendo el brazo derecho el canal navegable con un ancho aproximado de 300 metros.

Desde el poblado de Santa María el ancho del río se estrecha alcanzando su ancho 150 metros y luego se amplía hasta 200 metros frente al poblado de Santa Rosa y luego continúa reduciéndose.

La velocidad de la corriente varía de 1.29 a 2.06 m/s. en el canal.

▪ **Topografía**

Cerca de su desembocadura sus riberas son inundables.

A partir de Santa María la ribera derecha es alta con sus partes inferiores rocosas, mientras que la ribera izquierda es baja y arcillosa.

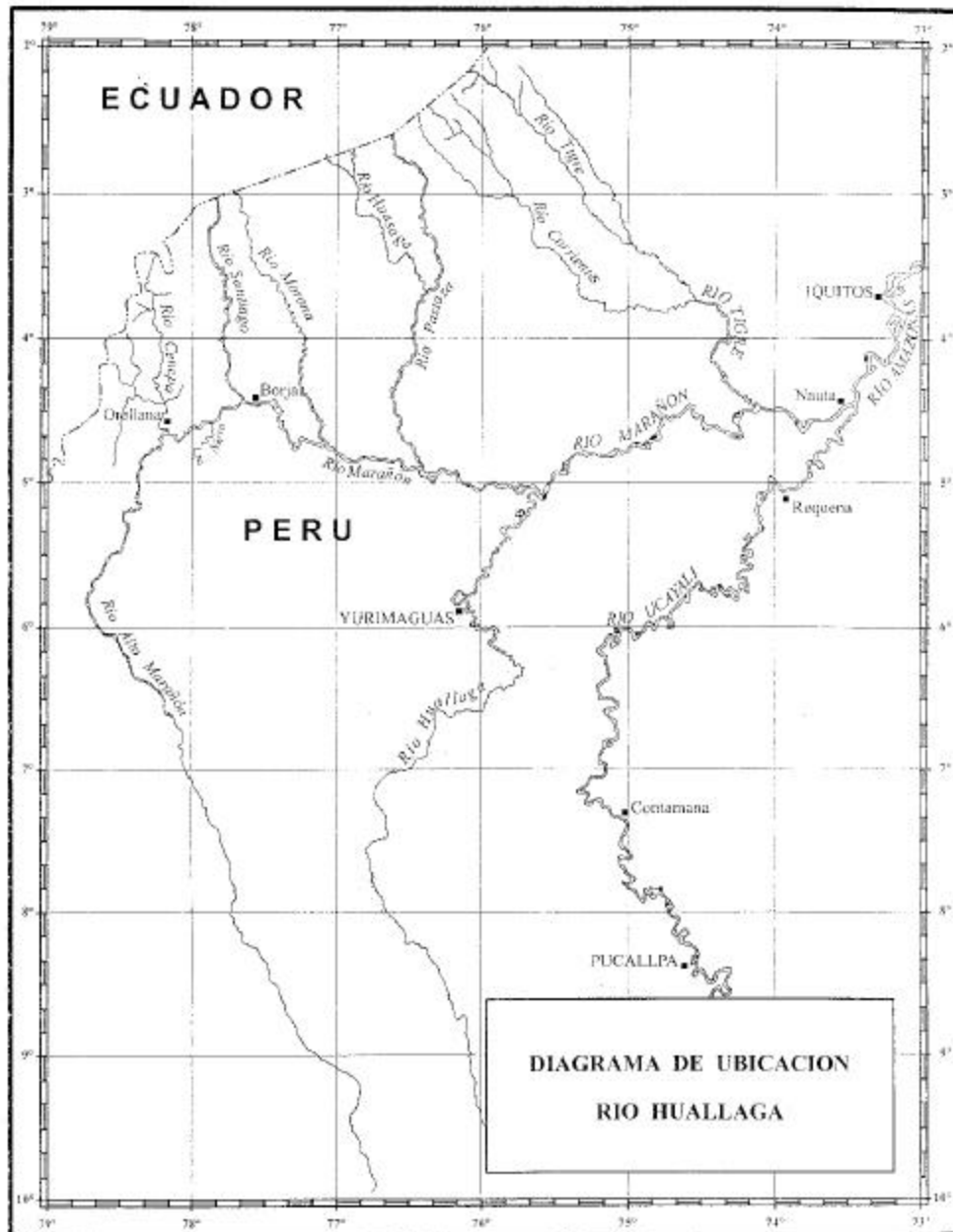
▪ **Régimen**

La creciente del río Huallaga ocurre entre los meses de Noviembre a Abril y la vaciante ocurre entre los meses de Mayo a Octubre.

▪ **Condiciones de navegación**

En época de creciente se puede llegar hasta la ciudad de Yurimaguas con buques de hasta 2.13 m. de calado y hasta Huimbac (arriba de Navarro) por embarcaciones de hasta 1.07 m. de calado, debiéndose navegar sólo de día por el peligro de las palizadas existentes.

En época de vaciante el mayor peligro lo constituyen las quirumas, que son palos incrustados en el lecho del río, y algunos bajos de cascajo y piedras, pudiendo navegarse con embarcaciones de hasta 1.07 m. de calado hasta la ciudad de Yurimaguas.



RIO AMAZONAS

▪ **Descripción general**

El río Amazonas se forma de la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali; tiene su origen en las nacientes más lejanas del Ucayali-Apurímac al Norte del Departamento de Arequipa en el Nevado del Mismi; se interna en el Brasil para desembocar en el Océano Atlántico.

Su longitud total es de 3,762 km, de los cuales 570 km pertenecen al Perú.

En su formación, el ancho del río Amazonas es de 4,000 m. variando en el Perú entre 2,000 y 5,000 m. Posteriormente su ancho llega a alcanzar hasta 15 km.

El río Amazonas está considerado como el más caudaloso del mundo, llegando a ser el transporte de agua en su desembocadura en la época de creciente de 300,000 metros cúbicos por segundo.

Su profundidad media varía desde los 100 m, hasta por encima de los 200 metros.

La velocidad media de la corriente en zona peruana es de 1.54 m/s.

▪ **Topografía**

Se alternan las riberas altas con las riberas bajas, siendo la mayor parte de ellas inundables en creciente. El lecho es de fango y arena. En su curso tiene numerosas islas.

▪ **Régimen**

La creciente del río ocurre entre los meses de Noviembre y Mayo, alcanzando la máxima creciente en Abril y Mayo.

La vaciante se presenta desde la segunda quincena del mes de Mayo hasta Septiembre, con la máxima vaciante en Agosto y Septiembre.

Como se aprecia la vaciante es más rápida que la creciente.

El régimen de las aguas del Amazonas depende de sus formadores.

▪ **Condiciones de navegación**

El río Amazonas no presenta peligros mayores a la navegación, pudiendo ser navegado tanto de día como de noche.

En creciente es navegable por buques de hasta 8.84 m. de calado y en vaciante, por buques de hasta 3.05 m. de calado, teniendo cuidado con los malos pasos que se presentan más marcadamente entre los meses de Agosto y Septiembre.

EL RIO NAPO

▪ **Descripción general**

El río Napo es un afluente del Amazonas por la margen izquierda, que nace en las faldas del Cotopaxi en la República del Ecuador.

Se le puede dividir en Alto Napo y Bajo Napo. El primero abarca desde su nacimiento hasta la desembocadura del río Coca y el segundo hasta su desembocadura en el Amazonas, 83.67 Km. aguas abajo de Iquitos.

Este río es íntegramente peruano desde su desembocadura en el Amazonas hasta la desembocadura del río Aguarico y de ahí, aguas arriba, forma el límite con el Ecuador hasta la boca del río Yasuni, abarcando una longitud aproximada de 587.29 Km. en territorio peruano.

El Bajo Napo, es un río ancho y exployado, con lecho de arena, canal variable y gran cantidad de islas y playas, las que se notan más en vaciante, especialmente aguas arriba de la boca del río Curaray.

El Bajo Napo en territorio peruano, tiene un ancho que va aumentando hacia su desembocadura, variando de 1,500 a 3,000 metros.

La velocidad de la corriente varía de 0.77 a 1.54 m/s.

▪ **Topografía**

La mayor parte de los terrenos ribereños son bajos e inundables ocasionando la pérdida de los cultivos en la creciente.

El Bajo Napo tiene abundantes islas y playas de arena, especialmente en vaciante.

▪ **Régimen**

La creciente del río ocurre entre los meses de Febrero y Agosto, con la máxima creciente entre Junio y Julio.

La vaciante es un poco más rápida, produciéndose entre Septiembre y Enero, con la máxima vaciante en Diciembre.

▪ **Condiciones de navegación**

En la época de creciente, el río Napo es navegable en el territorio peruano, por embarcaciones de hasta 1.22 m. calado; pudiendo navegarse de día hasta Pantoja.

En vaciante, la profundidad en el canal disminuye hasta 1 metro, debiendo tenerse mayores precauciones y evitar la navegación nocturna entre Curaray y Pantoja.

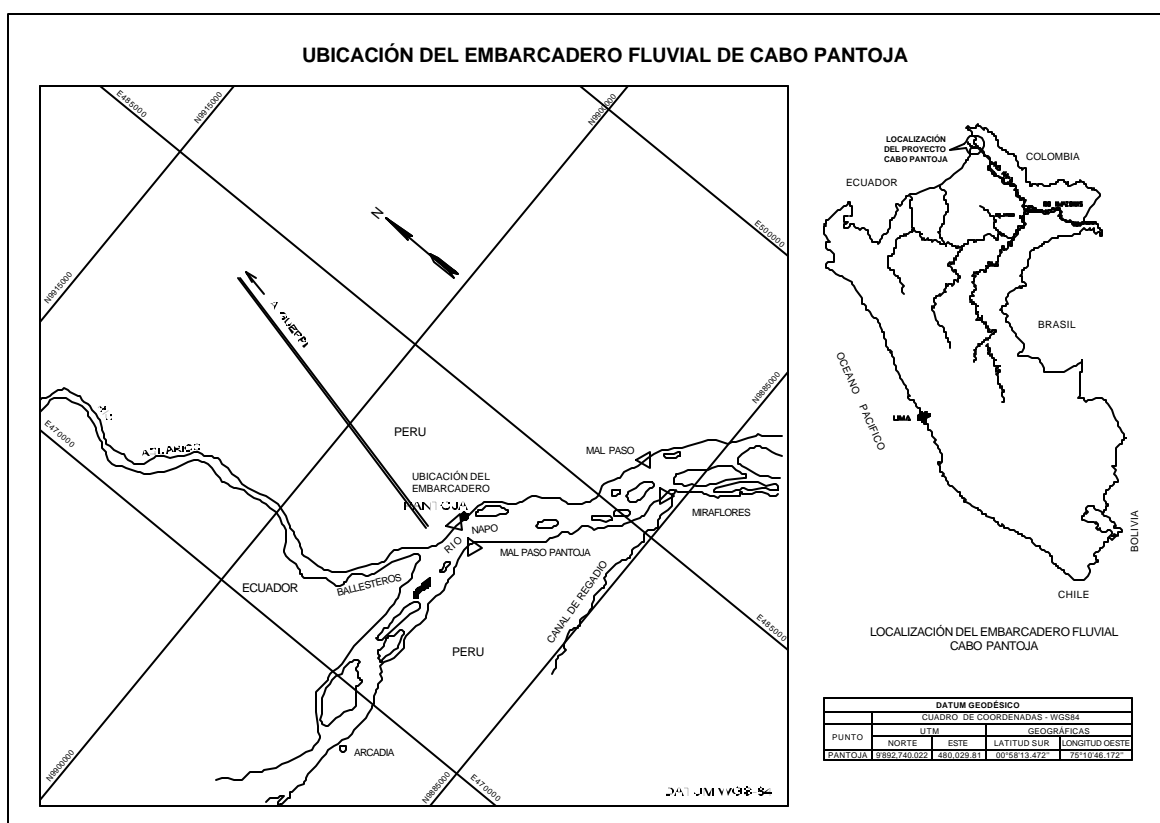
El mayor peligro a la navegación lo constituye el canal variable y las quirumas.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO

3.2.1 UBICACIÓN

Para elegir la ubicación del embarcadero Cabo Pantoja, se ha realizado un estudio de la parte externa de una curva del río Napo en su margen izquierda, aproximadamente a 500 m aguas abajo de la desembocadura del río Aguarico. La zona estudiada pertenece a la localidad de Cabo Pantoja, provincia de Maynas, Región de Loreto.

La zona del proyecto se muestra en la siguiente lámina de ubicación.



3.2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TERRENO

La ribera en estudio del río Napo presenta una topografía bastante irregular, habiéndose formado una especie de barraje conformado por un suelo muy resistente, probablemente del Terciario. Este barraje separa el canal principal del río Napo de un antiguo brazo, que se encuentra seco en cualquier época del año. La inclinación de los taludes de ambas riberas es diferente. El talud de la ribera izquierda es muy escarpado, mientras que en la ribera derecha la inclinación del

talud es bastante suave, presentando en la época de estiaje un arenamiento pronunciado.

La localidad de Cabo Pantoja se encuentra sobre una cota, donde el río nunca alcanza a inundar.

Como accidentes fisiográficos notables se mencionan playas inundables, quebradas, acantilados abruptos y terrazas inundables.



Zona del embarcadero donde la margen izquierda presenta una pendiente muy escarpada, mientras que en la margen derecha el talud es bastante suave.

3.2.3 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

3.2.3.1 Trabajos efectuados

Se ejecutaron perforaciones correspondientes a la investigación geotécnica y se han obtenido muestras alteradas e inalteradas para el análisis pertinente. Las perforaciones han alcanzado una profundidad promedio de 20 m.

Se realizaron dos (02) auscultaciones con el cono de Peck en dos puntos sobre el eje probable del embarcadero. Estos conos han rechazado a profundidades variables entre 9 y 7 m.

El Cono de Peck es un método dinámico de auscultación que consiste en hincar en el terreno una barra de 2 pulg. de diámetro, provista en su parte inferior de una punta cónica de 2.5 pulg. de diámetro y un ángulo de 60° en el vértice. La hincada se efectúa en forma continua, empleando un martillo de 140 lb. de peso y 30 pulg. de caída, registrándose el número de golpes requeridos por

cada 15 cm. de penetración; los resultados se presentan en un registro continuo de número de golpes por cada 30 cm. de penetración.

Este cono ha sido calibrado mediante correlación estadística con el Ensayo Estándar de Penetración, comparando los resultados obtenidos por ambos procedimientos exploratorios en sondeos muy cercanos, a la misma profundidad.

**Coordenadas de Conos y Perforaciones.
(Dátum W.G.S.- 84)**

Estación	Coordenadas Geográficas	Coordenadas U.T.M.	Altitud (m)
Cono # 1	000°58'12.250 S 075°10'52.277W	9'892,777.530 479,841.150	98.300
Cono # 2	000°58'12.562 S 075°10'52.359 W	9'892,767.970 479,838.600	95.500
Perforación # 1	000°58'12.180 S 075°10'51.646 W	9'892,779.690 479,860.660	97.400
Perforación # 2	000°58'11.944 S 075°10'54.131 W	9'892,786.940 479,783.830	101.900



Ejecución con el cono de Peck.

La calibración obtenida es la siguiente:

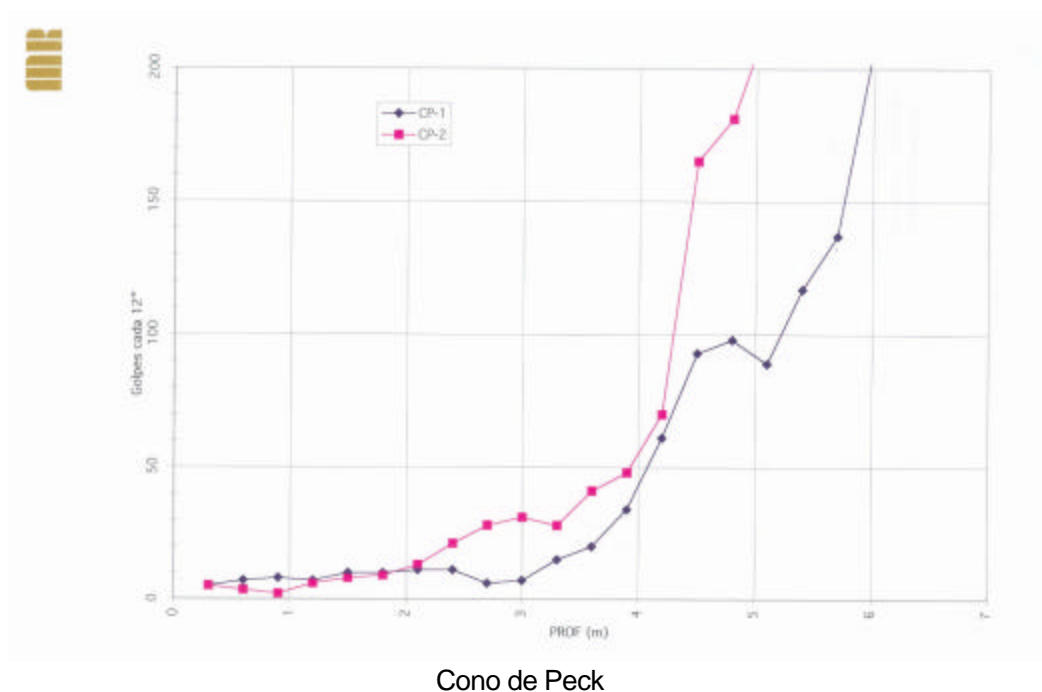
- Para suelos cohesivos $N = C_n$
- Para suelos granulares $N = 0.5 * C_n$

Donde:

N = Número de golpes por 30 cm. de penetración en el Ensayo Estándar de Penetración (ASTM D – 1586).

C_n = Número de golpes por 30 cm. de penetración mediante auscultación con el cono de Peck.

En la lámina siguiente se pueden ver los resultados del cono de Peck



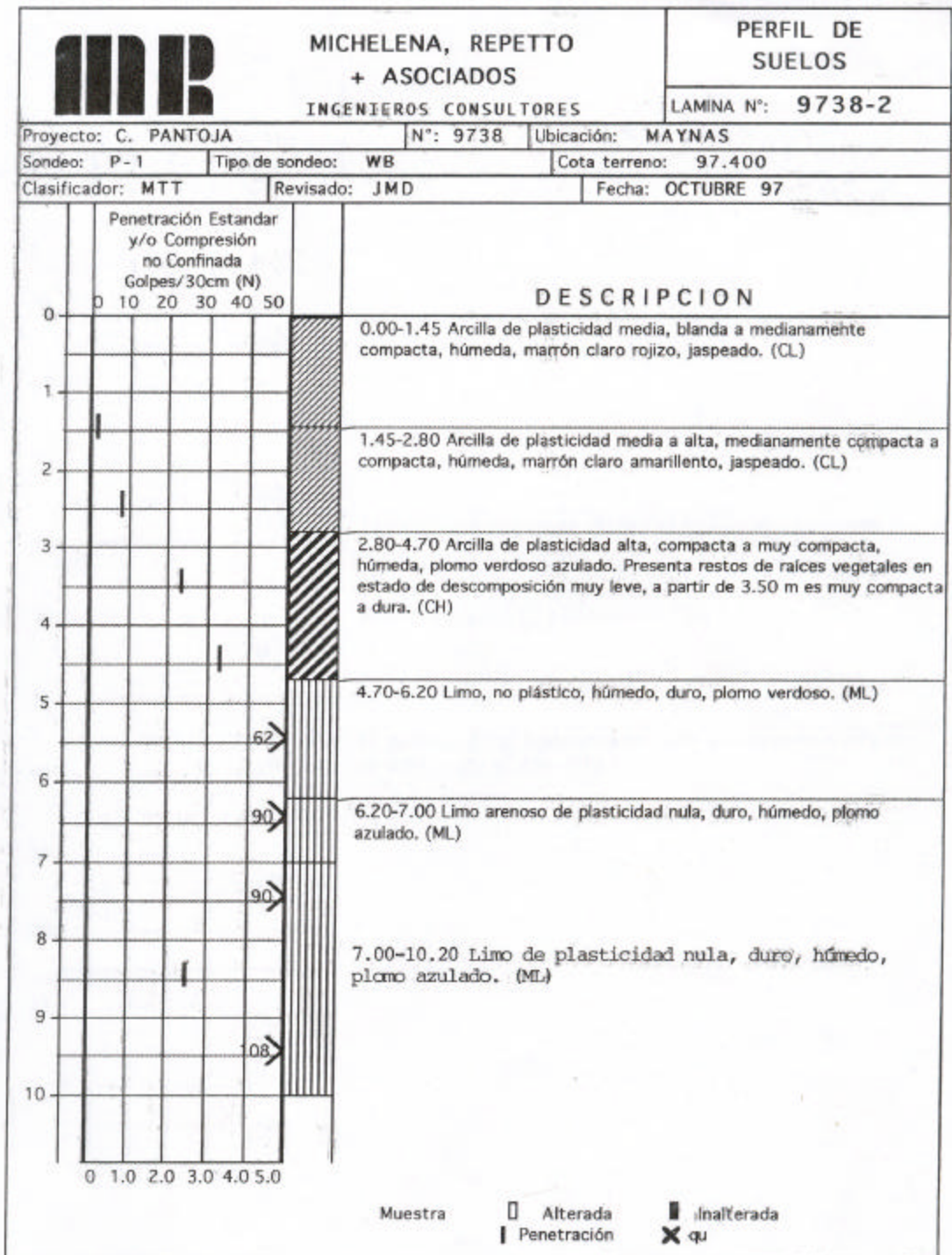
3.2.3.2 Perfil del Suelo

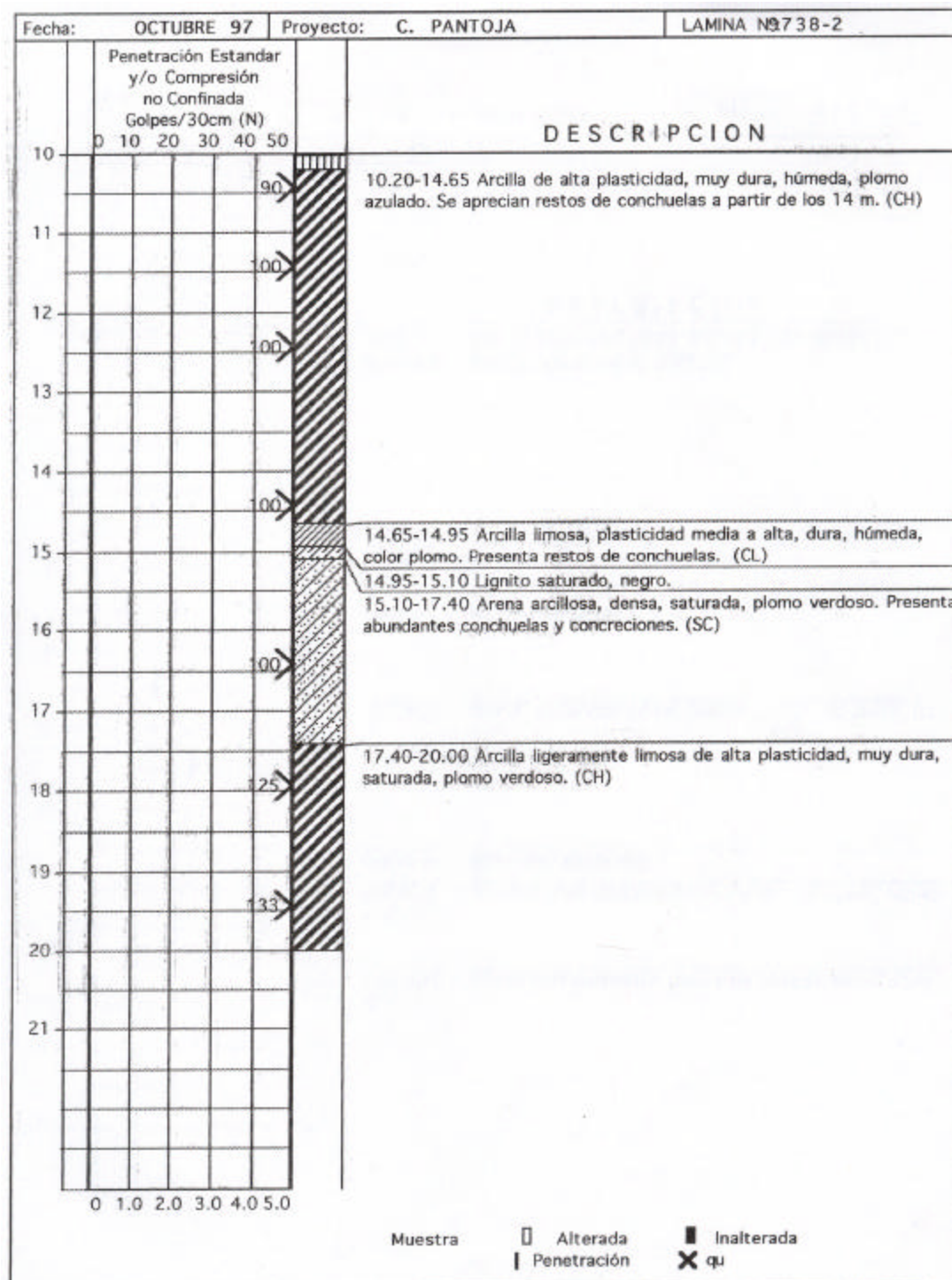
El perfil del subsuelo es sensiblemente homogéneo y consiste de una capa superior de suelos cohesivos blandos, que en las perforaciones efectuadas llega hasta profundidades comprendidas entre 2.80 y 3.15 m con respecto a la superficie del terreno.

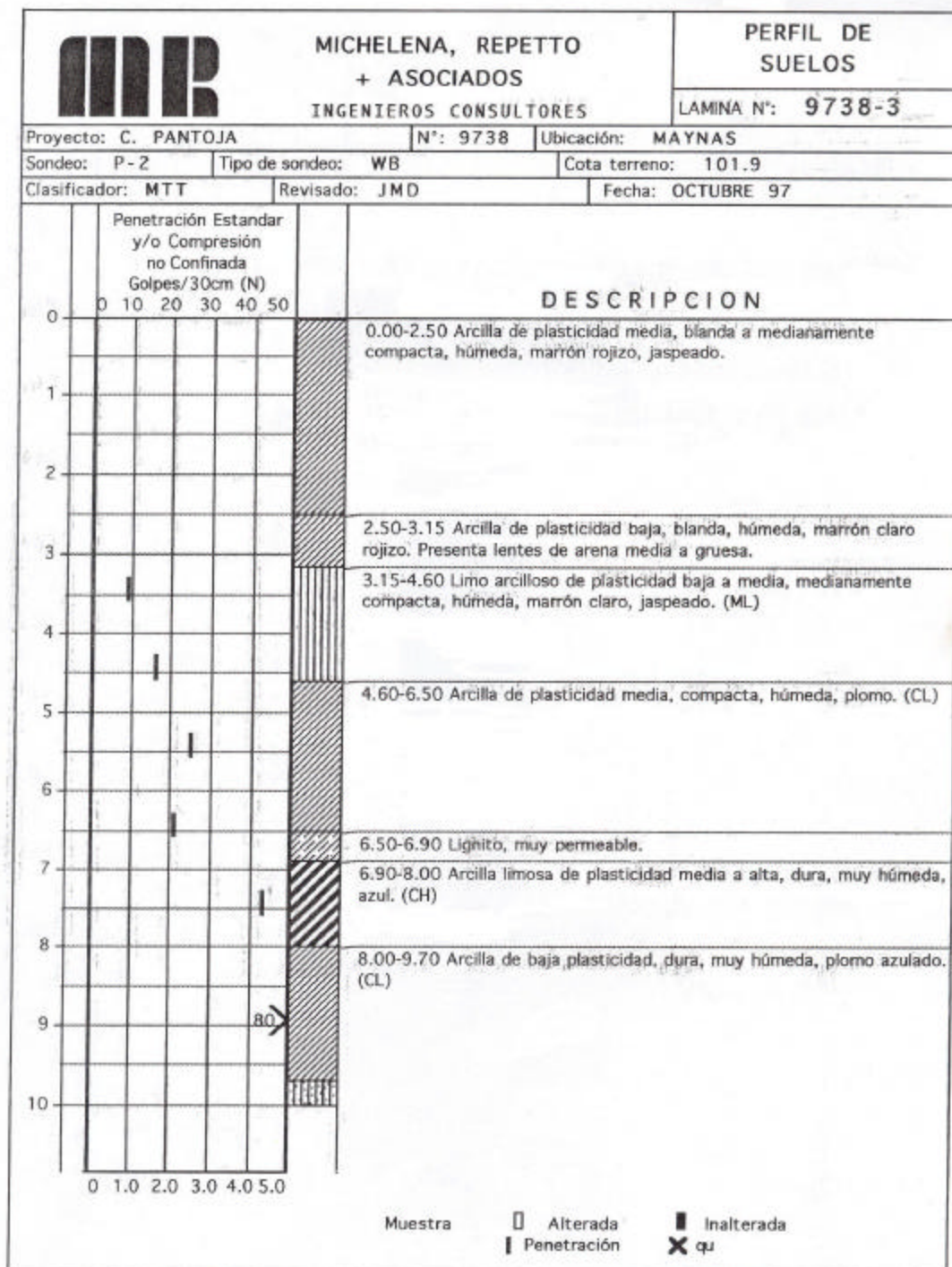
A continuación se pueden encontrar una sucesión de estratos o bolsones de material fino consistentes en limos y arcillas de mediana a alta plasticidad, de consistencia medianamente compacta, encontrándose en el caso de la perforación P2, un estrato de lignito, que frecuentemente se presenta en la división de los horizontes del Cuaternario y Terciario. Estos materiales se encuentran en forma variable entre 4.70 y 6.50 m de profundidad.

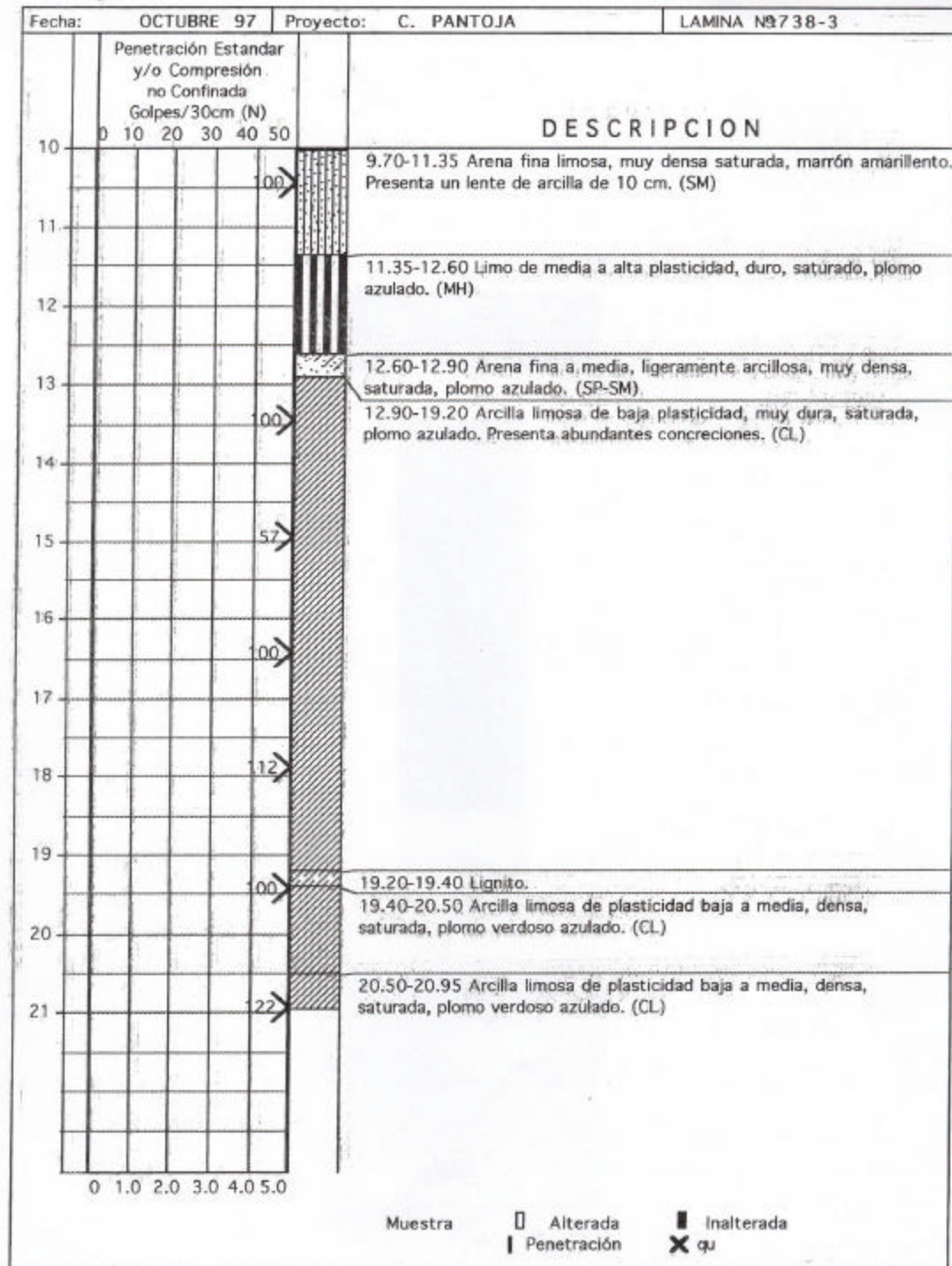
Finalmente, a partir de dichas profundidades se encontró un depósito de arcillas y limos inorgánicos de color azul verdoso, cuya consistencia varía entre dura a muy dura, con valores de penetración estándar generalmente mayores a 100. este depósito se extiende más allá del límite de la profundidad investigada y presenta en algunos casos pequeños estratos de arenas arcillosas o limosas.

A continuación se muestran las láminas con perfiles de suelos.









3.2.3.3 Profundidad de la Napa Freática

Se detectó el nivel de la napa freática, estando a profundidades comprendidas entre 8.00 y 8.50 m. El nivel del agua observado en cada perforación se indica en los perfiles de suelos.

Debido a la cercanía del área estudiada al río Napo, y a la alta permeabilidad del estrato arenoso (que se encuentra entre los dos estratos de arcilla), deben esperarse fluctuaciones del nivel freático como consecuencia de las variaciones del nivel del río. Igualmente y en forma directa, influyen las lluvias que recargan el acuífero.

3.2.3.4 Condiciones de Cimentación

Por simple inspección de los perfiles y los valores de penetración, se puede concluir en que las estructuras de tierra del embarcadero, tendrán condiciones óptimas de cimentación en forma superficial, lo que descarta la cimentación por pilotes. Los cortes para alcanzar los estratos portantes, no son significativos (entre 4 y 6 m), por lo que se orientarán los diseños a este tipo de estructuras ubicadas sobre cortes alcanzando los estratos portantes, adecuados para cimentación.

▪ Cimentación del Estribo de Puente

La cimentación del estribo se diseñará de mortero simple, que alcance un estrato portante de tal manera que se tenga una cimentación del tipo superficial.

La profundidad a la cual debe apoyarse la cimentación se encuentra controlada por el espesor de la capa superficial de suelos cohesivos medianamente compactos que en los sondeos efectuados varía entre 3.0 y 3.5 m. Por lo tanto, la profundidad mínima a la cual puede cimentarse es de 3.5 m.

Los suelos existentes por debajo de la profundidad de cimentación son predominantemente cohesivos y presentan una consistencia dura. En estos suelos el diseño de la cimentación estará controlado por su resistencia al esfuerzo cortante, ya que su consistencia indica que son preconsolidados por desecación y por lo tanto los asentamientos serán pequeños.

La capacidad de carga de una zapata cimentada en un suelo cohesivo está dada por (Terzaghi y Peck).

$$\text{Zapatas Continuas: } q_d = c * N_c = 5.14 * c$$

Donde:

q_{ds} = Capacidad de carga (no incluye factor de seguridad)

N_c = Factor de seguridad de carga

c = Cohesión, en condiciones no drenadas

El valor de la cohesión “c” (kg/cm²) está relacionado con el número de golpes obtenido en el ensayo de penetración “N”, por medio de la relación aproximada Terzaghi y Peck:

$$c = 0.0625 * N$$

Luego, la capacidad de carga en función del Ensayo Estándar de Penetración resulta igual a:

$$q_d = 0.32 N \text{ (kg /cm}^2\text{)}$$

De acuerdo a los resultados de los Ensayos Estándar de Penetración efectuados, se adoptara para el análisis un valor promedio de 38 golpes/ 30 cm.

Reemplazando, la capacidad de carga resulta ser:

$$q_d = 12.16 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando que para condiciones estáticas el factor de seguridad mínimo recomendable es igual a 3, y redondeando por seguridad, se obtiene:

$$q_a = 4.0 \text{ kg/cm}^2$$

▪ Cimentación y anclaje de los Macizos

Al igual que el estribo del puente, se define para esta estructura, una cimentación superficial.

Se utilizará la misma profundidad de cimentación del estribo para los macizos de anclaje (Df=3.5 m), y se diseñarán con una capacidad portante admisible de:

$$q_a = 4.0 \text{ kg/cm}^2$$

Los macizos, trabajarán a corte, con el suelo, para soportar las cargas de tensión del pontón, para este efecto se deberán considerar para el diseño los siguientes valores de cohesión amasada (según Navfac):

Para concreto y madera:

$$c_a = 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

Para acero:

$$c_a = 0.85 \text{ kg/cm}^2$$

3.2.3.5 Canteras

La cantera a utilizar deberá producir un agregado para la elaboración de mortero.

La cantera estudiada presenta una arena media, que muestra características apropiadas para el mortero. Se ubica a unos 500 m frente al poblado civil de Cabo Pantoja y es parte de una playa formada por la deriva del río Napo.

Cabe menciones que la mejor época para la extracción del material de cantera es el de estiaje.



Playa ubicada frente a la localidad de Cabo Pantoja, la cual produce arena media.

3.2.3.6 Análisis Químicos

El contenido de sulfatos solubles totales del suelo, determinado mediante ensayos químicos de laboratorio en 01 muestra representativa es de 40 p.p.m.

Según las recomendaciones del Concrete Manual (U.S.B.R.), cuando dicho contenido es menor de 1,000 p.p.p.m. el ataque de sulfatos del suelo al concreto será despreciable y en consecuencia, no será necesario tomar precauciones especiales al respecto.

Asimismo se ha efectuado una medida del PH del suelo, para determinar el grado de acidez del suelo; este valor se encuentra en 5.56, lo que indica un cierto grado de acidez pero que es despreciable su ataque a las estructuras.

3.2.4 LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO

3.2.4.1 Metodología.

➤ **Control horizontal.**

Para el apoyo al levantamiento batimétrico y taquimétrico se han materializado cuatro estaciones geodésicas (con coordenadas conocidas) dentro del área a levantar teniendo como estación base a “Pantoja”. Las coordenadas de esta estación fueron calculadas por medio de mediciones satelitales efectuadas con equipos GPS y haciendo uso del programa NAVBIN con grabación de coordenadas por espacio de 24 horas. También fue necesario establecer tres estaciones remotas, para lo cual actuando como estación maestra a una de las establecidas por el control principal (“Pantoja”), teniendo como estaciones remotas “Pantoja 1”, “Pantoja 2” y a “Pantoja 3”.

Las coordenadas de estas estaciones fueron calculadas por medio de mediciones satelitales efectuadas con equipos GPS y haciendo uso del programa NAVBIN con grabación de coordenadas por espacio de 120 minutos en cada una de ellas y de manera simultánea, las distancias existentes entre los puntos que sirvieron de base (master) y los que fueron posicionados (remotos) en ningún caso excedió los 15 Km. Posteriormente, en gabinete se obtuvieron los valores definitivos ajustados de cada uno, después del procesamiento efectuado con el programa GRAFNAV, en coordenadas geográficas y UTM, referidas al Dátum Geodésico WGS-84.

➤ **Control Vertical.**

El control vertical efectuado tanto para la taquimetría como para la batimetría, tuvo como punto de partida (“Pantoja”), punto existente frente a la chorrera de agua, su cota relativa fue 100 metros sobre el nivel medio del mar.

La batimetría fue controlada por medio del espejo del agua antes y después de cada día de trabajos, los cuales se promediaron para la posterior reducción de los sondeos.

➤ **Batimetría.**

El levantamiento de área de estudio se ha efectuado mediante líneas de sondeos transversales al cauce del río, con una separación entre ellas de 10 metros, controlando el bote y las mediciones en general, mediante el sistema automatizado Hypack para levantamientos hidrográficos, para lo cual el posicionamiento horizontal de la embarcación se realizó haciendo uso de dos equipos GPS trabajando en modo diferencial. Uno de los equipos trabajó corrigiendo la posición desde la estación maestra (“Pantoja”), mientras que el

otro equipo trabajó como remoto en el bote de sondaje, determinando en tiempo real la posición del mismo cada vez que era requerido.

En la embarcación se controló la profundidad efectuando marcaciones en el ecograma de manera también automatizada, grabando eventos cada dos segundos y registrándose simultáneamente la posición horizontal en coordenadas UTM.

Las profundidades fueron medidas con ecosonda electrónica debidamente calibrada, con registro continuo en papel, el cual también entregó información de profundidades en forma digital al ordenador que almacenó simultáneamente los datos de posición como los de profundidad, con una densidad mayor de 2 mediciones entre eventos.

La batimetría se realizó en los sectores del río en los cuales la profundidad excedía el metro, tomando marcaciones aproximadas de la orilla izquierda, las que fueron registradas al inicio y término de cada línea de batimetría.

Se efectuaron dos líneas de verificaciones paralelas al eje del canal del río.

➤ **Taquimetría.**

Desde las estaciones remotas ubicadas en el área de trabajo, se realizó un levantamiento taquimétrico de la ribera izquierda, para lo cual se hizo uso combinado del distanciómetro y teodolito, tomando puntos sobre las riberas en los lugares accesibles y donde la vegetación existente permita buena visibilidad. Se tomaron puntos en la orilla, en un lugar intermedio del talud de las riberas y en lo alto de estas. Se midió la distancia inclinada en cada punto, el ángulo horizontal y el ángulo vertical con una aproximación del segundo, luego se procedió a calcular el desnivel y la distancia horizontal los cuales fueron registrados, consignando también las alturas de instrumento y de señal para el posterior cálculo de cotas.

Asimismo, se levantó el perfil de las instalaciones y de las que se encuentran más próximas a la ribera para lo cual se midieron el ángulo horizontal y la distancia horizontal con el teodolito y el distanciómetro desde las estaciones remotas.

3.2.4.2 TRABAJOS REALIZADOS.

➤ **Control horizontal**

Teniendo como estación base a la satélite ("Pantoja") que se ubican el área de la Guarnición Cabo Pantoja, se establecieron estaciones remotas "Pantoja 1", "Pantoja 2" y "Pantoja 3". Ver sus descripciones en los cuadros siguientes.

**Estación Maestra de Partida
(Dátum W.G.S.- 84)**

Estación	Coordenadas Geográficas	Coordenadas U.T.M.	Altitud (m)
Pantoja	000°58'13.472 S 075°10'46.172 W	9'892,740.022 480,029.810	100

Las estaciones remotas establecidas se encuentran dentro de los 5000 metros cuadrados dentro de la zona de operación de tierra del embarcadero, a partir de la estación satélite "Pantoja" fueron las siguientes:

**Estaciones Geodésicas Establecidas
(Dátum W.G.S.-84)**

Estación	Coordenadas Geográficas	Coordenadas U.T.M.	Altitud (m)
Pantoja 1	000°58'12.162 S 075°10'53.768 W	9'892,780.236 479,795.062	102.569
Pantoja 2	000°58'12.336 S 075°10'52.022 W	9'892,774.885 479,849.017	98.522
Pantoja 3	000°58'11.485 S 075°10'56.628 W	9'892,801.030 479,706.662	90.609

➤ **Control Vertical.**

La referencia de niveles, a partido del B.M. "Pantoja" que se encuentra instalado al costado de la chorrera dándole una cota relativa de 100 metros.

Bench Mark de Referencia con Cota Relativa

Pantoja	Norte U.T.M.	Este U.T.M.	Cota (m)
Pantoja	9'892,740.022	480,029.810	100.00

Los días durante los cuales se realizaron la batimetría y taquimetría, se midió y se registró el nivel del espejo de agua, al inicio y término de cada día. En vista que la fluctuación diaria del espejo de agua fue menor a 10 centímetros, para la reducción de sondajes se optó por el promedio entre ambos registros.

Como el área acuática levantada fue relativamente pequeña, se consideró a esta como una superficie a nivel, no teniéndose en consideración la pendiente hidráulica existente al momento de reducir los sondajes a cotas.

La inmersión de transducer considerada fue de 30 centímetros, que es el calado de la embarcación con la cual se realizó la batimetría.

**Nivel del Espejo de agua los días de trabajo de campo.
(Cotas relativas.)**

Día	07.00 Hrs.	12.00 Hrs.	18.00 Hrs.
24/10	87.19	87.25	87.29
25/10	87.21	87.13	87.21
26/10	87.02	87.01	87.00
27/10	87.02	87.13	87.20
28/10	Regla caída	87.42	87.43
29/10	87.40	87.42	87.45
30/10	87.40	87.42	87.45
31/10	87.74

➤ **Batimetría.**

La batimetría efectuada en el área a cubierto 200 metros paralelos a la orilla y 100 metros hacia adentro del río.

➤ **Taquimetría.**

La taquimetría ha sido complementaria a la batimetría, lo que ha permitido levantar con detalle el perfil del terreno. Las riberas de la guarinición Cabo Pantoja posee estructuras arcillosas naturales de color oscuro muy consolidadas, las que pertenecen a elevaciones del terciario, que representan la mejor garantía con la erosión fluvial del río Napo.



Equipo GPS utilizado para establecer los puntos de control



Equipos utilizados para la batimetría y la medición de corrientes.

IV. EXPERIENCIAS DE DISEÑO DE EMBARCADEROS FLUVIALES APLICADOS EN LOS RÍOS DE LA AMAZONICA PERUANA.

4.1.0. TIPOS DE INFRAESTRUCTURA FLUVIAL: VENTAJAS Y DESVENTAJAS

A continuación se describen las concepciones de los diferentes tipos de infraestructura fluvial y su elección dependerá de las condiciones topográficas, batimétricas, hidrográficas, geotécnicas así como también de las proyecciones de carga a ser movilizadas; para al final seleccionar el tipo factible de aplicar y que permita minimizar el costo de implementación de la forma más conveniente.

Entre los tipos de embarcaderos tenemos:

4.1.1 Pontón-muelle más puente de acceso basculante: (Grafico No.01)

Este tipo de infraestructura contempla instalaciones de río y tierra. En el lugar elegido, en el extremo de tierra se construye un estribo que servirá para soportar un extremo de un puente basculante. La longitud del puente basculante está en función de la diferencia de niveles del río, es decir, entre los valores de máxima creciente y mínima vaciante, considerando que la máxima pendiente del puente debe ser igual a 12° , el ángulo que forma el puente con la horizontal del espejo del agua. En su extremo de río, el puente descansa sobre un pontón metálico, que a la vez sirve de muelle. Este pontón metálico debe ser diseñado para soportar las fuerzas de interacción con el río y viento, así como las fuerzas de impacto en el momento de atraque de las naves. Tiene defensas apropiadas y está anclado al lecho del río y a tierra a unos macizos de amarre.

Debido a las fluctuaciones del nivel del río, los cables y cadenas tienen winches manuales de maniobra o sistemas adecuados para ello.

Este método es aplicable cuando la diferencia entre el nivel máximo y mínimo del río no es mayor a 10 m. y la pendiente natural del talud condiciona no alejarse demasiado para alcanzar la profundidad operativa requerida.

Ventajas:

- Para absorber cualquier anomalía que incremente las fuerzas que actúan sobre el pontón-muelle, se puede adicionar líneas, de tal manera que aumente la resistencia de las líneas de anclaje.
- En el caso de ser necesario el retiro de la infraestructura portuaria, un 80% de la estructura es recuperable.

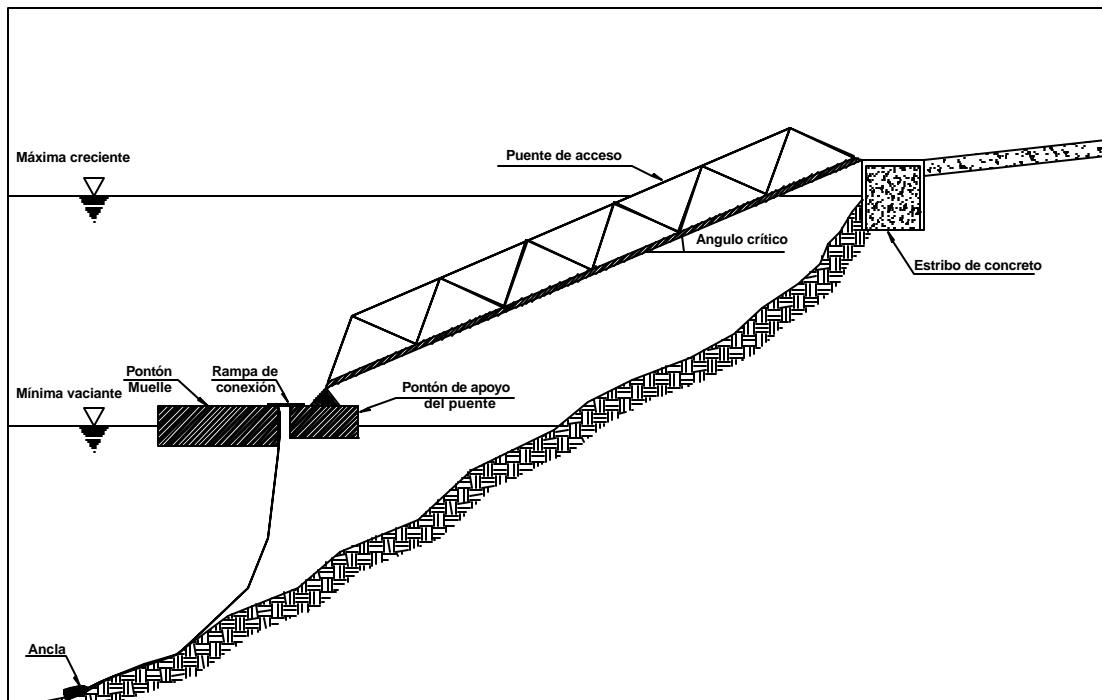


Grafico No.01: Pontón-muelle más puente de acceso basculante.

Desventajas:

- Sufre el efecto de palizadas, si en la ubicación de la ribera se encuentra el Talweg.
- Requiere sistema de winches y una operación continua para compensar la longitud de las líneas de anclaje por fluctuaciones del nivel del río.
- Dispuesta para modalidad de manipuleo manual de carga mediante estibadores.
- Limitaciones para afrontar aumentos imprevistos de los volúmenes de carga.

4.1.2 Pontón cautivo con rampa inclinada: (Grafico No.02)

Este tipo de instalación consiste un pontón-muelle y una rampa inclinada de acceso. El pontón se une con la rampa mediante una pasarela de acceso y se mantiene sujeto en referencia a la rampa, mediante un cable que se enrolla en un dolphin de amarre ubicado aguas arriba en un lugar apropiado; la finalidad es de mantener el pontón fijo y pegado siempre hacia la ribera por acción y efecto de la velocidad existente en el río, de esta forma las operaciones permanentes de maniobrar cables y winches se obvian haciendo el funcionamiento casi automático y sin mucha complicación en su mantenimiento y operación.

La rampa inclinada reproducirá la existencia de un talud fijo, estable que permite al pontón acomodarse a las variaciones del nivel del río, desde el nivel en vaciante hacia el nivel máximo en creciente y viceversa.

En la condición de aguas altas, funcionará como un muelle marginal, con todas las ventajas de operación y acceso de este.

Tiene además dos cables accionados por winches manuales cuyos extremos están fijados a macizos en la parte superior de la ribera, con la finalidad de mantener al pontón pegado a la rampa inclinada.

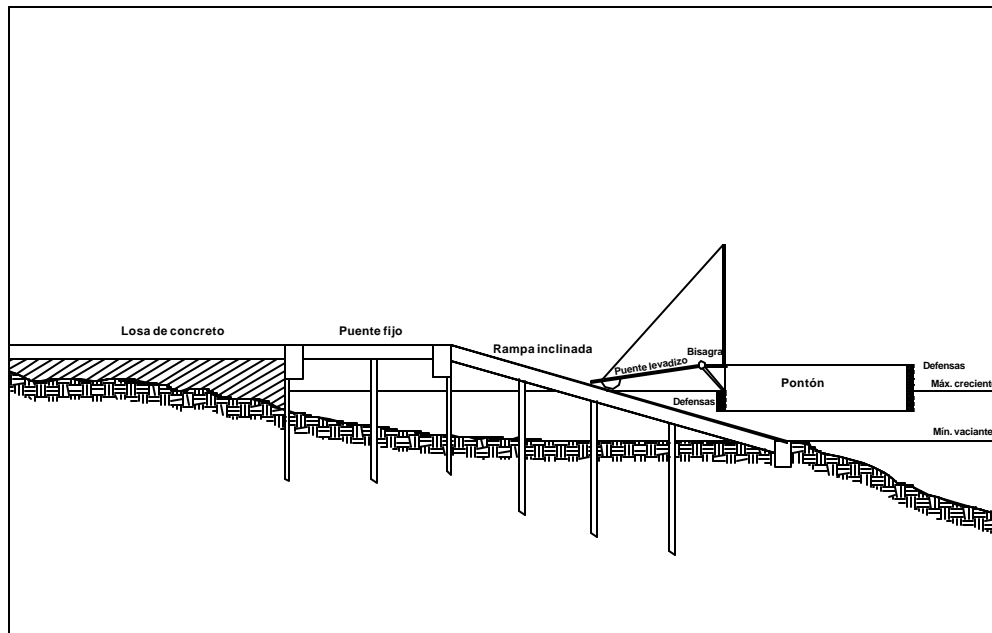


Grafico No.02: Pontón cautivo con rampa inclinada.

Ventajas:

- No presenta mayores inconvenientes para el proceso de mantenimiento, limpieza y retiro de sedimentos y lodos.
- El dolphin de amarre giratorio en caso de ser necesario, servirá como apoyo a una estructura deflectora de palizadas ubicada en la ribera.
- Para compensar los cambios de nivel del río, el mecanismo y maniobras a realizar son sencillos; presenta cierto grado de automatismo.
- En un futuro cuando se requiera incrementar el rendimiento de manipuleo de carga (modalidad mecanizada), acepta reforzamiento de rampa inclinada.
- Permite un desarrollo en etapas, de acuerdo a la evolución del tráfico de carga y pasajeros.

- En el caso de ser necesario el retiro de la infraestructura portuaria, la posibilidad de recuperar es del 50%: pontón, accesorios e instalaciones de tierra.

Desventajas:

- Los efectos de erosión o sedimentación del talud de ribera, afectarían de cierta forma la rampa inclinada.
- Solo para la modalidad de manipuleo manual de carga mediante estibadores.
- Requiere de sistemas de winches para pegarse a la rampa inclinada.
- Limitaciones para afrontar aumentos imprevistos de los volúmenes de carga.

4.1.3 Pontón-muelle más puente de acceso flotante móvil: (Gráfico No.03).

Este tipo de instalación, está compuesto por un puente fraccionado de acceso, el cual tiene un arranque en un estribo en tierra. Como la longitud del puente es demasiado larga para hacerla de un solo tramo, se ve la necesidad de dividirlo en varios tramos. Al final de cada tramo, el puente se apoya en un pontón de apoyo hasta que en el extremo de río, descansa en un pontón muelle.

Los pontones de apoyo se fijan en el lecho del río mediante anclas y muertos, a fin de mantener el puente en posición de trabajo.

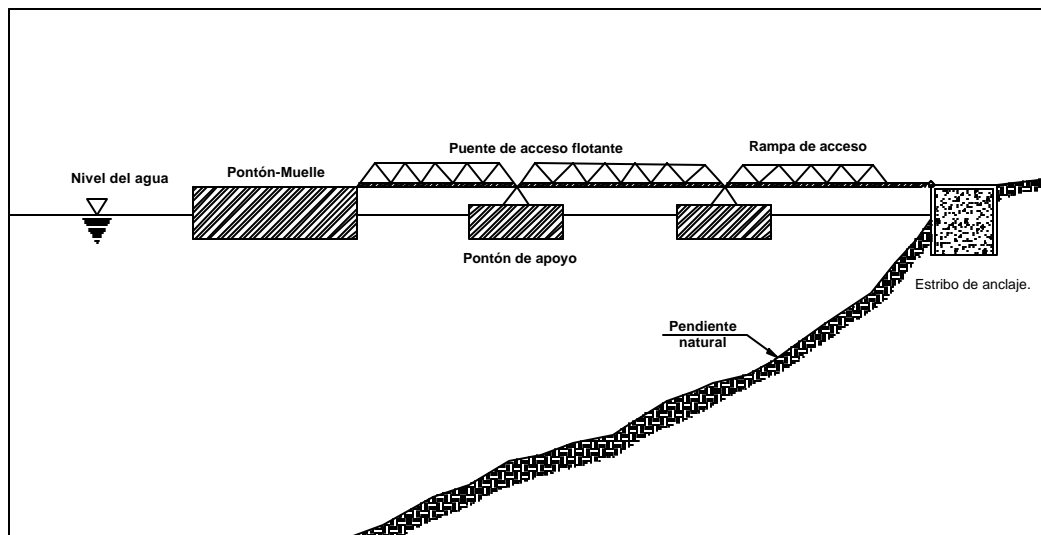


Grafico No.03: Pontón-muelle más puente de acceso flotante móvil

El pontón muelle va anclado al lecho del río por medio de anclas y muertos, así también, va anclado a macizos ubicados en tierra.

Ventajas:

- La mayoría de los componentes de la estructura se pueden recuperar para ser ubicados en una zona alterna.
- Se adapta a las diferentes variaciones del nivel del río.

Desventajas:

- Sufre el efecto de palizadas, si en la ubicación de la ribera se encuentra el Talweg.
- Por ser una estructura muy larga y transversal a la corriente del río, ocasionaría un mayor entrapamiento de las palizadas.
- Para las maniobras de los cables y las cadenas debido a la fluctuación del nivel del río requerirán de winches.

4.1.4 Catamarán cautivo con rampa de acceso: (Gráfico No.04).

Es una variante de la instalación del tipo pontón muelle más puente de acceso basculante. En este caso, el pontón muelle ha sido reemplazado por dos catamaranes de similares características, sobre los cuales se ha instalado una plataforma de descarga. El Catamarán-muelle se mantiene unido a la ribera en forma simple mediante dos líneas de amarre, que van anclados a macizos en tierra.

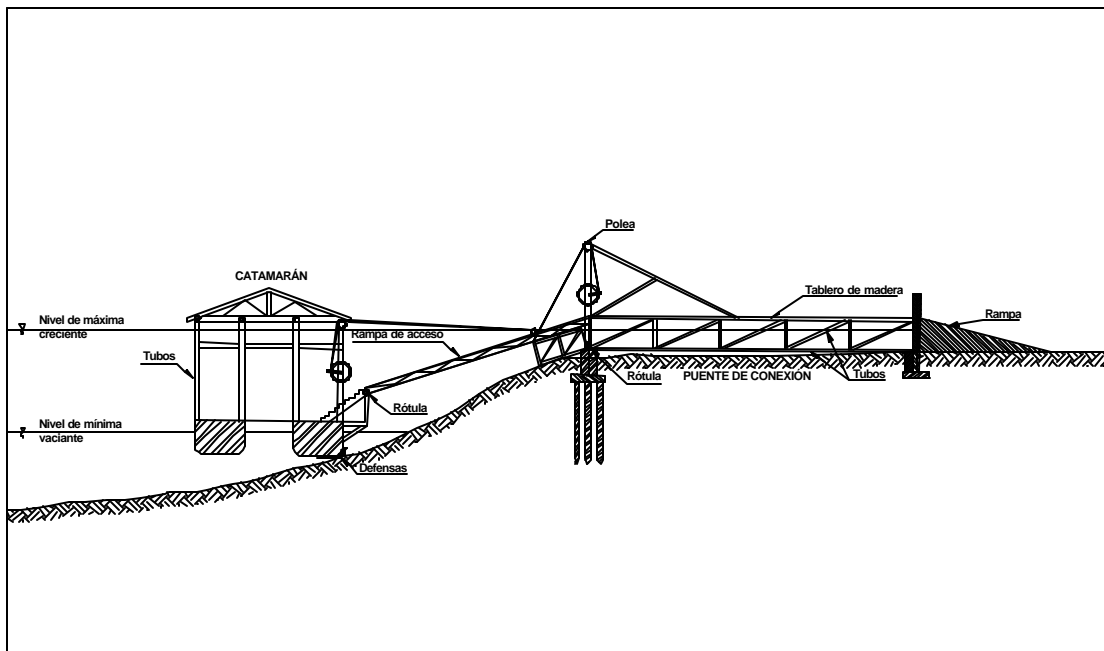


Grafico No.04: Catamarán cautivo con rampa de acceso

En este esquema el puente de acceso en su extremo de río está apoyado sobre la plataforma de descarga o sobre un pontón de apoyo propio para el puente basculante. En el extremo de tierra, el puente descansa sobre un estribo.

Los catamaranes presentan buenas condiciones de flotación y estabilidad, además permite la atención de dos tipos de naves, una pequeña en su parte interior y otra mayor en el lado lateral hacia el río.

En el lado de tierra, existe una plataforma de recepción, que se adecua a la entrega de la rampa, accionada a través de una estructura a modo de puente, que también sirva de comunicación con las instalaciones en tierra.

Ventajas:

- Para compensar las continuas variaciones del nivel del río, el mecanismo a operar es sencillo y de acción inmediata, tiene cierto grado de automatismo.
- Cuando se requiera incrementar el rendimiento de las operaciones mecanizadas de manipuleo de carga, la rampa inclinada podrá ser reforzada.
- Las operaciones de mantenimiento, limpieza, remoción de lodos y sedimentos se realizan de manera sencilla.
- El dolphin de amarre giratorio se utilizará como apoyo para una estructura deflectora de palizadas, ubicado en la ribera.
- De ser necesario el retiro de la infraestructura portuaria un 60% de las estructuras es recuperable.

Desventajas:

- Los efectos de erosión o sedimentación del talud de ribera afectaría la rampa inclinada.
- Solo admite la modalidad de manipuleo manual de carga mediante estibadores.
- Necesariamente requiere de sistemas de winches para pegarse a la rampa inclinada; este mecanismo es de fácil manejo.
- Limitaciones para afrontar aumentos imprevistos de los volúmenes de carga.

4.1.5 Muelle con cabeza de varios niveles conectados a través de rampas de interconexión. (Gráfico No.05)

En este tipo de infraestructura se considera la construcción de varias plataformas alineados en la dirección de la corriente del río y en diferentes niveles, los cuales se utilizan conforme varía el nivel de la superficie del río; estos niveles se encuentran enlazados por rampas de pendiente no mayor al 10% para permitir transito vehicular o peatonal.

Para unir el muelle superior con tierra se construye un puente de acceso. Una variante de este sistema a considerarse en el presente caso, es la construcción de las plataformas uno sobre otro con rampa de interconexión para estiba manual, un sistema de defensa vertical en el lado de la estructura que amortigua el impacto de acoderamiento de las naves e instalándose un tecele manual con pescante en la loza superior para izaje directo de la carga desde la embarcación.

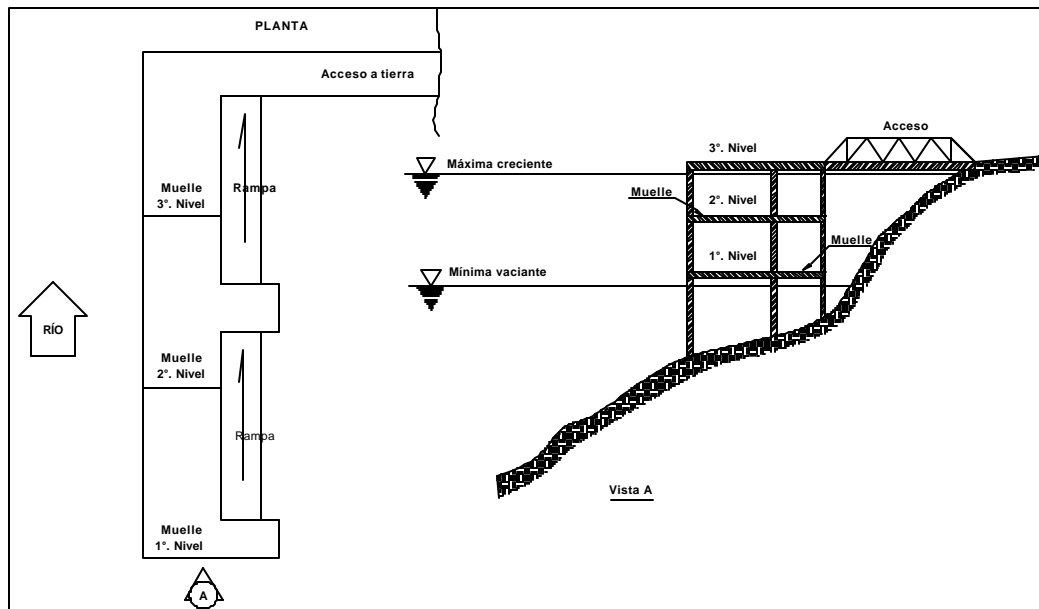


Grafico No.05: Muelle con cabeza de varios niveles conectados a través de rampas de interconexión

Ventajas:

- No requiere ninguna maniobra ni mecanismos para ajustarse a las variaciones del nivel del río.
- Eficiente y versátil para el manipuleo de la carga ya sea en forma manual y/o mecánica.

- Las malas acciones y fuerzas de acoderamiento son absorbidas directamente por la estructura.
- Ventajas de visibilidad al tránsito fluvial de embarcaciones, contra riesgo de colisión.
- Es menos sensible a los cambios de comportamiento del río (velocidad y nivel) y a la acción de las palizadas.
- El proceso de erosión o sedimentación del talud de las riberas no afectará el funcionamiento de la estructura.
- Se puede adaptar y/o combinar cambios de modalidad o flujo de carga fácilmente (manual o carga paletizada).
- Permite mejorar la capacidad y los rendimientos a las facilidades instaladas sin interrumpir las operaciones.
- La construcción de plataformas en diferentes niveles permite el acoderamiento de las naves sin mayor dificultad para su posterior desembarque.

Desventajas:

- Los sistemas de defensas a plantearse deberá cubrir todo el frente de fluctuación del nivel del agua: máximo nivel al mínimo nivel que complicará el diseño y mantenimiento.
- Al requerir pantalla de protección en todo el frente hacia la corriente, las fuerzas de diseño son grandes.
- Ocasiona deposición de sedimentos y lodos en niveles sumergidos, que luego necesitarán limpieza y mantenimiento.
- Presenta el inconveniente de que en el caso de ser necesario el retiro de la infraestructura portuaria por el cambio del curso del río, no se recuperaría las estructuras del muelle.
- La mala determinación de la mínima vaciante ocasionaría el no aprovechamiento de una de las plataformas.

4.1.6 Pontón-muelle con grúa de brazo largo: (Gráfico No.06).

En este tipo de estructura se construye un puente de acceso para el tránsito de una grúa de longitud suficiente para alcanzar una zona con profundidad operativa adecuada en vaciante mínima, en esta zona se instala un pontón para acoderamiento de las naves con acceso vertical libre la carga desde donde se iza directamente de la nave o de lo contrario se descarga manualmente hacia el pontón, se agrupa la carga y se izan los paquetes hasta la plataforma superior, desde donde se inicia el transporte convencional hacia las áreas de almacenaje.

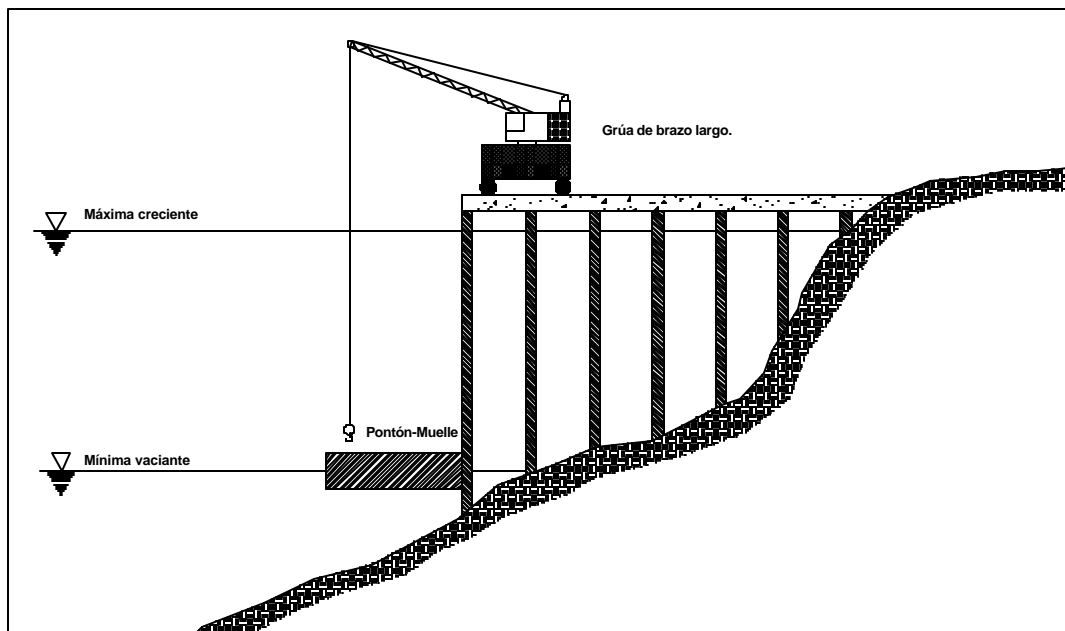


Grafico No.06: Pontón-muelle con grúa de brazo largo

Ventajas:

- Para lugares donde se van a movilizar grandes volúmenes de carga.
- Es una alternativa más a considerar para zonas donde la pendiente es pronunciada y la elección de una alternativa inadecuada dificultaría el buen funcionamiento de la estructura por la gran diferencia de nivel.
- Facilidades en el manejo de operaciones de carga y descarga.

Desventajas:

- Este sistema no es conveniente cuando las embarcaciones más frecuentes no se prestan para el manipuleo por grúa, la carga no viene agrupada y la cantidad de manipuleo de carga por nave no justifica la compra de una grúa.
- Adicionalmente se tendría que construir una rampa de acceso para pasajeros.
- El buen funcionamiento de la grúa condicionará que las operaciones de embarque y desembarque se efectúen.

4.1.7 Pontón con puente articulado flotante y dolphins de apoyo: (Gráfico No.07).

Consiste en un pontón unido a tierra mediante un puente articulado de varios tramos que descansan sobre pontones en sus extremos; cuando el río alcanza su máximo nivel, el puente y los pontones de apoyo flotan completamente, conforme el nivel del río baja, los pontones del puente se van apoyando sobre

dolphins. La rasante de los dolphins se diseña considerando una pendiente adecuada para el tráfico vehicular.

El pontón intermedio del puente se mantiene en su alineación moviéndose verticalmente mediante dos pilotes guías que arrancan desde el dolphin de apoyo. El pontón-muelle se mantiene en su lugar mediante la acción de cables fijados a tierra en macizos apropiados; por el lado del río se utilizarán cadenas fijadas a anclas de concreto armado, debido a la fluctuación del nivel del río los cables y las cadenas tendrán winches manuales de maniobra.

Este sistema es recomendable cuando la variación del nivel del río es mayor a los 10 m, el talud de la ribera es irregular y constituido por material blando e inestable.

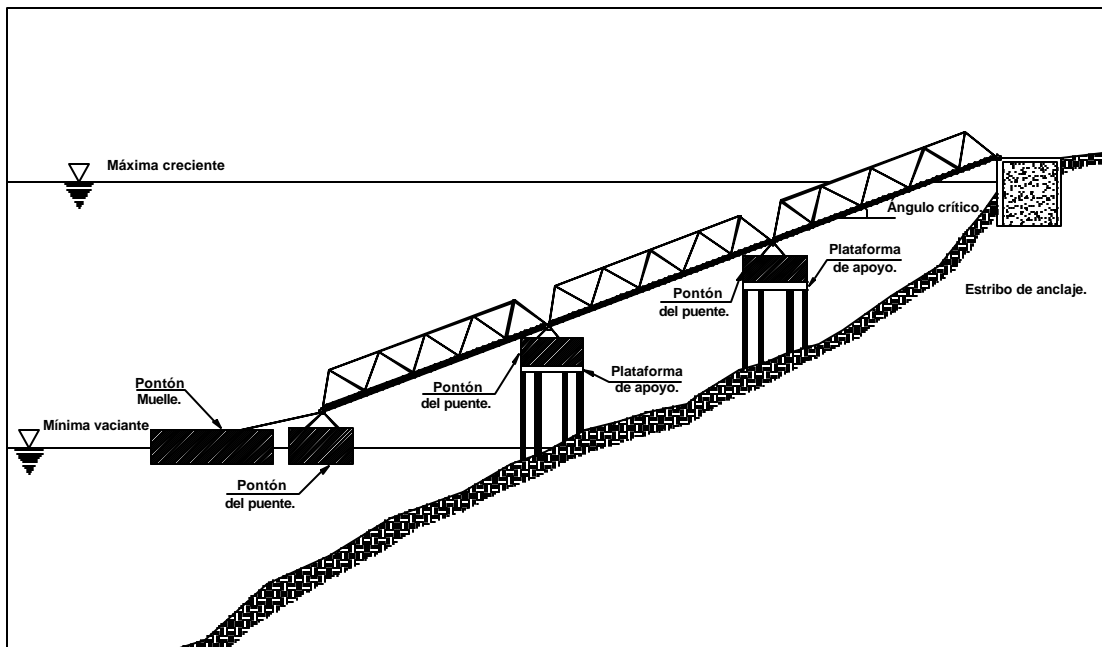


Grafico No.07: Pontón con puente articulado flotante y dolphins de apoyo

Ventajas:

- Fácil de aumentar la resistencia de las líneas de anclaje, adicionar líneas para absorber cualquier anomalía que incremente las fuerzas que actúan sobre el pontón-muelle.
- Cuando sea necesario el retiro de la infraestructura portuaria, un 70% de la estructura es recuperable.

Desventajas:

- Se deberá instalar un sistema de winches y contar con una permanente acción para compensar la longitud de las líneas de anclaje debido a la fluctuación de nivel del río.
- La operación de manipuleo de carga sólo se efectuará mediante estibadores.
- Limitaciones para afrontar aumentos imprevistos de los volúmenes de carga.

4.1.8 Pontón con guía de pilotes y puente basculante (Plataforma sobre catamaranes con pilotes guía y puente basculante). Gráfico Nº. 08

Este sistema es parecido al anterior con la diferencia de que los mecanismos de anclaje a la ribera y al río son reemplazados por pilotes guías que le dan al pontón-muelle el movimiento en una sola dirección (vertical) lo que le permite adecuarse a los diferentes niveles del río en las distintas épocas del año.

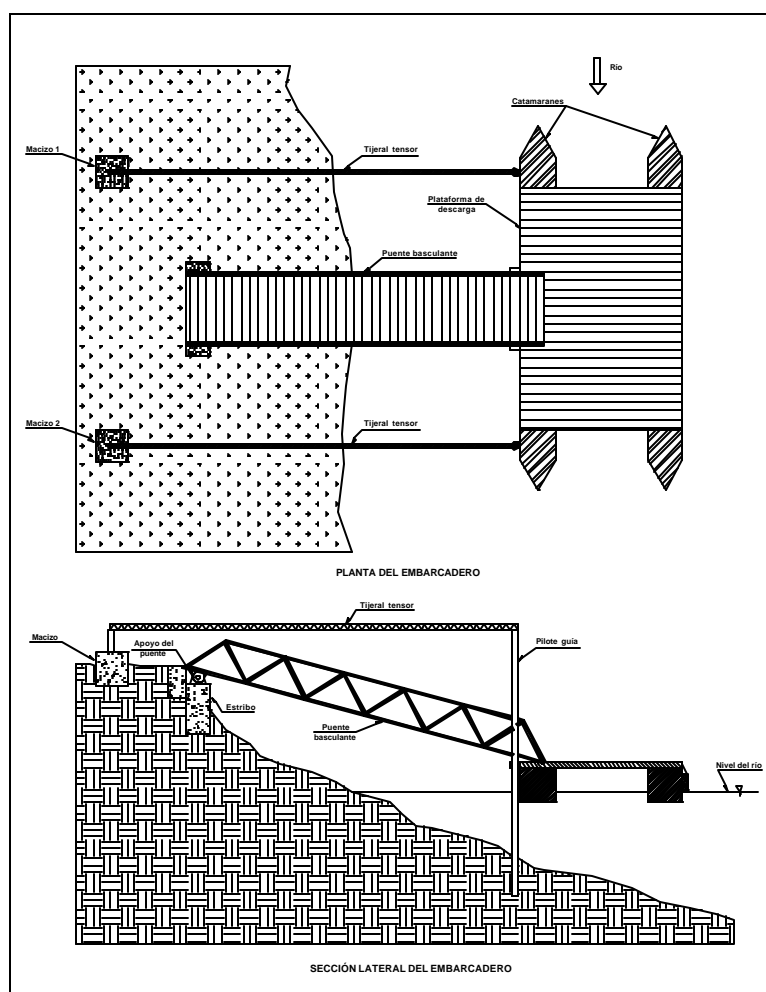


Grafico No.08: Pontón con guía de pilotes y puente basculante

Ventajas:

- Todo este sistema es menos propenso a la acción de las palizadas.
- El mecanismo empleado es sencillo y automatizado, por lo tanto no requiere una operación manual para compensar las variaciones del nivel del río.
- Los pilotes guías del pontón-muelle ofrecen la alternativa de ubicar las luces de navegación en ellas, de manera que se pueda evitar el impacto entre embarcaciones.
- Cuando se requiera reubicar la infraestructura portuaria, un 70% de ella es recuperable.

Desventajas:

- Se analizará las condiciones de la zona para implementar una pantalla de protección contra palizadas.
- Solo admite modalidad de manipuleo manual de carga mediante estibadores.
- Esta alternativa presenta limitaciones para afrontar aumentos imprevistos de los volúmenes de carga.

4.1.9 Dársena artificial: (Gráfico No.09)

En este sistema se draga un canal de acceso y una zona de maniobras (Dársena); en esta zona se instala un pontón con un puente de acceso hacia la infraestructura terrestre.

Este tipo de infraestructura sólo se justifica en el caso de mover altos volúmenes de carga anual, debido al alto costo inicial que significan los trabajos de dragado, además se tendría que estudiar con más detalle los fenómenos de transporte de sedimento y procesos de decantación para poder estimar los volúmenes de dragado de mantenimiento.

Este sistema se considera importante considerarlo en el caso de puertos fluviales con gran tonelaje de movilización anual, ya que eliminaría la incidencia de dos fenómenos propios de la selva y sus consecuencias negativas sobre la vida útil de las obras en río: el impacto y acumulación de las palizadas, y la permanente acción directa de la corriente del río. De acuerdo al incremento de carga movilizadora, se puede construir un muelle marginal para atender embarcaciones mayores en los periodos de máxima creciente.

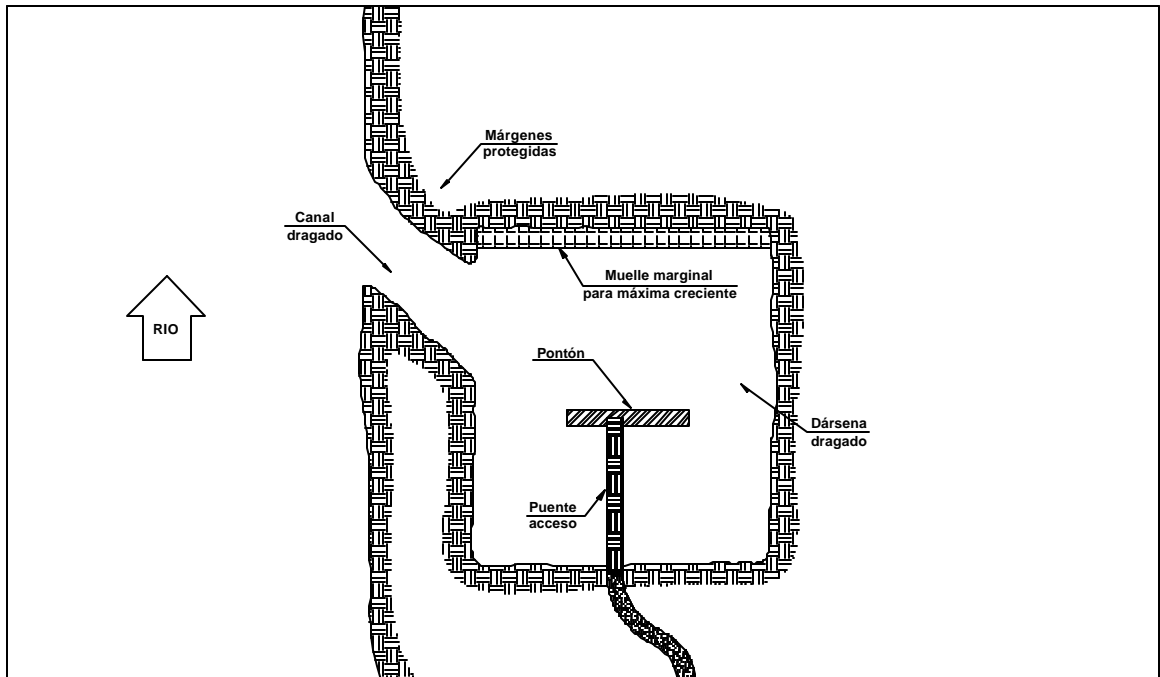


Grafico No.09: Dársena artificial

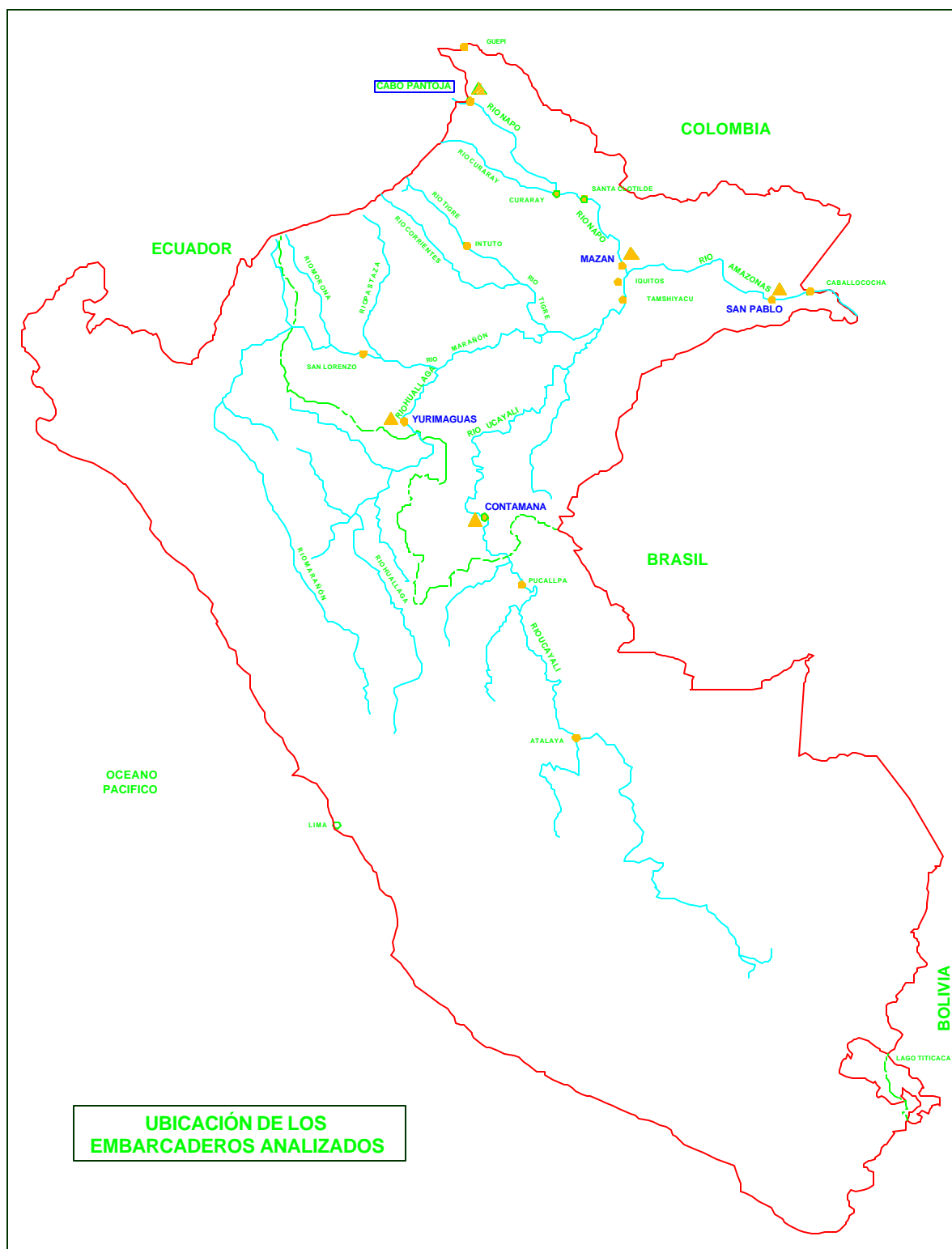
Ventajas:

- Se eliminaría completamente el problema de las palizadas y el costo que implica realizar la limpieza de estas.
- Se puede afrontar aumentos imprevistos de volúmenes de carga.

Desventajas:

- Dragado de mantenimiento para conservar el canal de acceso y zona de maniobras en operatividad.
- Problemas de sedimentación en el canal de ingreso.
- Muchas de las instalaciones no se recuperarían en el caso de que el cauce del río se aleje.

4.2.0 DESCRIPCIÓN DE LOS EMBARCADEROS:



4.2.1 EMBARCADERO FLUVIAL DE MAZÁN

4.2.1.1 UBICACIÓN

El Embarcadero fluvial de Mazán está ubicado en la margen derecha del río Napo, aguas abajo de la confluencia con el río Mazán, comprendida sobre terrenos ribereños, en el Distrito de Mazán, Provincia de Maynas, Región Loreto.

4.2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El Embarcadero Fluvial de Mazán está diseñado para el atraque de embarcaciones de hasta 27.50 metros de eslora y 150 TRB. El tipo de embarcadero construido es puente fijo - cabeza metálico y pontón muelle. Las obras ejecutadas en esta instalación, incluyen obras de tierra y obras en río.

➤ OBRAS EN TIERRA

Las obras en tierra comprenden a las edificaciones en tierra, un estribo de concreto reforzado cimentado sobre pilotes de acero \varnothing 12 Sch40, que sirve de arranque a la de la pasarela de acceso hacia el cabeza, dos macizos metálicos a base de pilotes de acero \varnothing 12" Sch40 hincados en el terreno, los cuales conforman el sistema de anclaje a tierra.

➤ OBRAS EN RIO

Las obras de río incluyen los siguientes elementos:

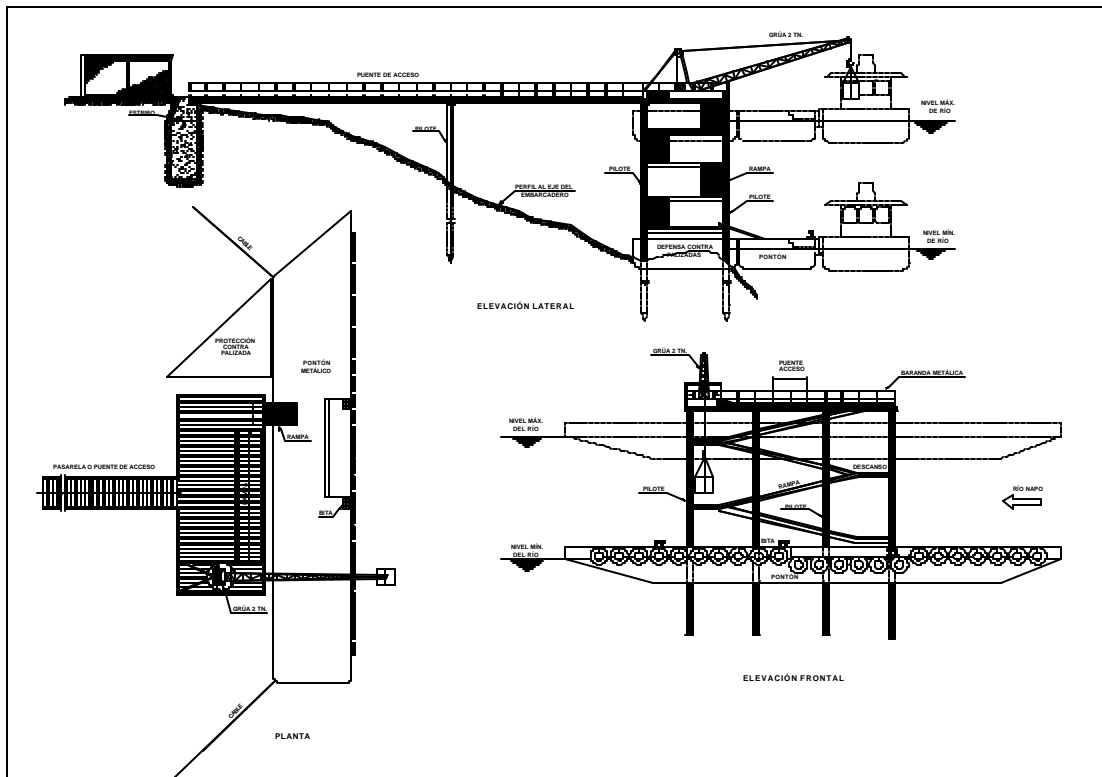
El puente metálico de acceso hacia el cabeza, el cual tiene una longitud de 26.0 m. de largo y 2.0 m. de ancho.

Cabezo de muelle, construido sobre un área de 5 m. x 12 m. Este cabeza presenta cuatro niveles de embarque y desembarque para las diferentes variaciones del nivel del río; los cuales se unen por medio de pasarelas en forma de planos inclinados; está cimentado sobre pilotes de acero de \varnothing 12" Sch40, arriostrado con vigas WF de diferentes medidas.

Pontón muelle cautivo de 28.50 m x 4.50 m ubicado al lado del cabeza metálico, que sirve de recostadero para el atraque de naves y como plataforma de embarque y desembarque de carga y pasajeros.

Pontón metálico flotante de forma triangular de 6 m. x 5.90 m ubicado aguas arriba del cabeza y que actúa como protector y deflector de palizada. Ambos pontones están unidos entre si por mecanismos de unión y van fijados al río por un sistema de cadenas y anclas con su propio sistema de regulación. Hacia tierra están unidos a los macizos metálicos

de anclaje por medio de cables con sus respectivos mecanismos de regulación.



Embarcadero fluvial de Mazán
Puente fijo más pontón muelle

Para la conexión entre el pontón muelle y el cabezo del embarcadero se ha construido una rampa metálica con plataforma de madera.

El muelle cuenta con una grúa de 2,00 Tn. de capacidad para las operaciones de embarque y desembarque, la cual está ubicada en la plataforma que corona el cabezo.

4.2.2 TERMINAL PORTUARIO DE YURIMAGUAS

4.2.2.1 UBICACIÓN

El terminal portuario de Yurimaguas está ubicado en la margen izquierda del río Huallaga, aguas arriba de la confluencia con el río Paranapura, en la ciudad de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Región Loreto. Anteriormente este terminal estuvo ubicado en la margen derecha del río Paranapura, cercano a la desembocadura al río Huallaga, y por problemas de sedimentación y acumulación de palizadas del río Paranapura que hacían inoperativo el puerto en varias épocas del año, se tuvo que reubicar en el río Huallaga.

4.2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La configuración del terminal portuario de Yurimaguas es del tipo puente basculante, pontón de apoyo y un muelle flotante.

➤ OBRAS EN TIERRA

Las obras en tierra de este Terminal Portuario incluyen:

Estribo del puente diseñado en concreto armado conformado por muros de contención y anclados sobre 15 pilotes de acero W12x65 hincados en el terreno hasta alcanzar terrenos duros.

Muros de contención de concreto armado, sustentados sobre 21 pilotes de acero, los cuales han sido hincados hasta alcanzar terrenos duros.

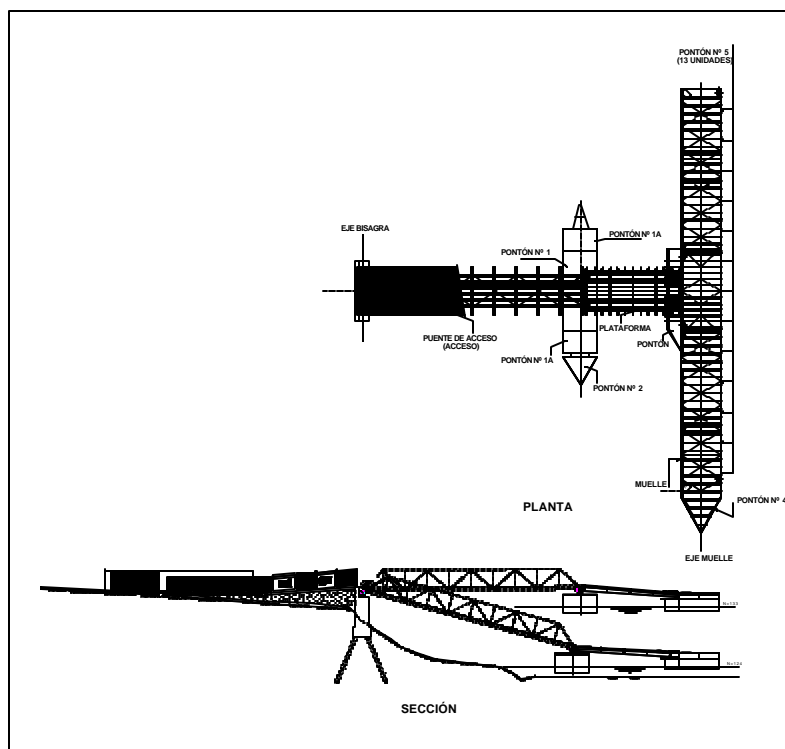
Defensa ribereña, compuesta de gaviones tipo caja y tipo colchón, hechos en malla galvanizada/plastificada, rellena con material de grava, instalados para dar estabilidad y consistencia a los taludes de la ribera del terminal; sirven también para proteger el estribo, los muros de contención y los macizos.

Macizos de anclaje de concreto armado, con cimentación profunda a base de pilotes de acero y que sirven para la fijación del puente basculante, plataforma y muelle flotante, por medio de cables con sus respectivos mecanismos de regulación.

➤ OBRAS EN RÍO

Las obras de río constan de los siguientes elementos:

El puente basculante de acceso de aproximadamente 33.40 m. de longitud por 7.30 m. de ancho apoyado en tierra sobre el estribo y en el río sobre un pontón de apoyo. Este puente tiene una vía principal para el paso de vehículos y a ambos lados tiene accesos peatonales de 1.33 m. de ancho, piso metálico y sus respectivas barandas.



Terminal fluvial de Yurimaguas, en su antigua ubicación (río Parapapura)

Pontón de apoyo de 12.00 m de largo por 5.00 m. de ancho, al cual se ha adicionado 2 pontones laterales de 3.50 m. x 5.00 m. y 1.00 m. de puntal, a fin de darle mejor estabilidad. Cuenta además con un pontón de proa de forma triangular de 5.00 m. x 4.50 m. x 1.00 m. a fin de reflectar la palizada.

Para unir el puente basculante y el muelle existe una rampa articulada de 7.00 m de ancho por 14.00 m de longitud conformada por vigas de acero y plataforma de madera, espacio que se le da para permitir el libre paso del material flotante que arrastra el río Huallaga.

Muelle flotante conformado por una plataforma de 66.00 m de longitud x 6.10 m. de ancho, la cual está apoyada sobre 14 pontones; 13 de ellos tienen medidas 3.65 m. x 6.10 m. x 1.60 m. y un pontón de proa en forma triangular de 6.50 m. x 6.10 m. x 1.60 m. cuya función es deflechar la palizada. Se ha aumentado la cantidad de pontones y se ha disminuido el espacio entre ellos para que el muelle flotante pueda soportar hasta dos camiones de 32 toneladas cada uno.

Todas las estructuras flotantes están sujetas a tierra mediante un sistema de cables de acero, poleas, templadores y diversos accesorios; fijados a seis macizos de concreto armado (construidos sobre pilotes de acero), y para asegurar el muelle flotante en la posición proyectada, se ha diseñado un sistema de anclaje hacia el río compuesto por anclas fondeadas en el lecho del río, cadenas y cables conectados a cuatro winches hidráulicos instalados en la superficie del muelle. Estos winches permiten el manipuleo de las cadenas y junto con otros elementos regulan y modifican la posición de la estructura flotante.

Aguas arriba existe un sistema de protección a base de troncos fijados a un cable de 156 metros de longitud para interceptar los objetos flotantes y desviarlos antes de que lleguen al área de influencia del muelle. Este sistema de protección está anclado en la ribera a un macizo de anclaje piloteado y en el lado del río al muelle flotante, además cuenta con el sustento de dos boyas con sus respectivos contrapesos de concreto.

4.2.3 EMBARCADERO FLUVIAL DE CONTAMANA

4.2.3.1 UBICACIÓN

El Embarcadero fluvial se encuentra ubicado en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, región de Loreto.

Las instalaciones se ubican en un terreno ribereño en la margen derecha del río Ucayali, en la ciudad de Contamana; aproximadamente a 750 m aguas arriba del pórtico principal del malecón Vargas Guerra.

4.2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El embarcadero ha sido concebido como una instalación compuesta por un puente basculante, apoyado en un pontón de apoyo y muelle flotante.

➤ OBRAS EN TIERRA

Las obras de tierra de este embarcadero incluyen lo siguiente:

Estribo del puente está conformado por 3 muros de 5.30 m. de altura, uno frontal de 7.80 m de longitud y que sirve de apoyo al puente; dos muros laterales con dirección diagonal al eje del embarcadero, de 8.00 m. de longitud; vaciados en mortero armado de $f'c$ 210 kg/cm². La base de este estribo esta apoyada sobre 33 pilotes de \varnothing 12" Sch40, hincados en el terreno en forma inclinada hasta una profundidad promedio de 14 m.

Seis macizos de mortero armado de $f'c$ 210 kg/cm² y apoyados sobre pilotes de \varnothing 12" Sch 40; hincados en el terreno en forma inclinada hasta una profundidad promedio de 14 m.

Los macizos 1 y 6 se encuentran ubicados sobre la ribera a ambos extremos del embarcadero y sirven para fijar los cables de retenida del muelle flotante. Tienen una altura de 6.47 m y la base de cada uno de estos macizos tiene 5.50 m. x 3.00 m; estando apoyados sobre 8 pilotes; diseñado para soportar su peso propio y las tensiones de los cables que sujetan al muelle flotante, tanto en proa como en popa.

Los macizos 2 y 5 se encuentran ubicados contiguos a los macizos 1 y 6 respectivamente y sirven para fijar los cables de retenida del puente basculante. Tienen una altura de 7.57 m, la base de cada uno de estos macizos tiene 4.00 m. x 3.00 m. y están cimentados sobre 6 pilotes; diseñado para soportar su peso propio y las tensiones de los cables que sujetan al puente basculante, tanto agua arriba como aguas abajo del embarcadero.

Los macizos 3 y 4 se encuentran ubicados a ambos lados del estribo del embarcadero y sirven para fijar los cables de retenida del muelle flotante, tiene una altura de 6.70 m., la base de cada uno de estos macizos tiene

4.50 m. x 3.00 m y esta apoyada sobre 6 pilotes; está diseñado para soportar su peso propio y las tensiones de los cables que sujetan al muelle flotante, desde el extremo de proa como en el extremo de popa.

Defensas ribereñas, que protege el talud del terreno, desde el nivel de máxima creciente hasta el nivel mínimo. El sistema de protección consta de gaviones tipo colchón.

➤ **OBRAS EN RÍO**

Puente basculante de 40 m. de longitud y 6 m de ancho, la estructura principal está compuesta por 5 vigas longitudinales de sección variada, en el alma de las vigas se han practicado agujeros en forma de rombo y hexágonos a fin de aligerar la estructura. En ambos extremos, las vigas longitudinales se han unido con vigas transversales; además, en toda su longitud se ha arriostrado con ángulos.

El peso aproximado del puente es de 85 Tn., está apoyado en el extremo de tierra sobre el estribo por medio de tres apoyos. El apoyo central es del tipo giratorio, ya que está fijado al estribo, pero tiene un sistema que le permite girar respecto al eje vertical y horizontal. Los otros dos apoyos, en ambos extremos del puente, son del tipo basculante - deslizante y le permiten compensar los giros que se producen debido al apoyo giratorio.

En el extremo del río, el puente tiene dos apoyos fijados a un pontón. Estos apoyos tienen un sistema basculante que les permite el giro respecto al plano vertical, lo cual le permite al puente adecuarse a los diferentes niveles que toma el río en las distintas épocas del año.

Pontón de apoyo de 10.95 m. de longitud, 6.00 m. de ancho y 2.00 m. de puntal sirve de apoyo al puente basculante en el extremo de río, con un peso aproximado de 15 Tn. Es una estructura metálica compuesto por vigas conformadas de perfiles de diferentes medidas y recubiertas por planchas. Presenta una escotilla para realizar la inspección al interior de la bodega.

El pontón muelle se muestra como el elemento de descarga, cuyas medidas son 50 m. de longitud, 12 m. de ancho y 2 m. de puntal; con un peso aproximado de 192 Tn. Tiene una estructura conformada por vigas longitudinales y transversales, debidamente arriostradas y construidas a base de ángulos, canales, platinas y tubos; conformando tres bodegas interiores. Está cubierto por planchas en el fondo y las superficies laterales y la cubierta del pontón está fabricada de plancha estriada. Tiene tres escotillas para la inspección interior de las bodegas. La defensa del

The diagrams illustrate the pier's structure and water levels. The top diagram, labeled 'PERFIL DEL EMBARCADERO EN MÁXIMA CRECIENTE', shows the pier at its highest water level. The bottom diagram, labeled 'PERFIL DEL EMBARCADERO EN MÍNIMA VACIANTE', shows the pier at its lowest water level. Both diagrams include a vertical scale on the left (100 to 130) and a horizontal scale at the bottom (0 to 100). Key features labeled include 'Muro de agua' (water wall), 'Paseo de acceso' (access walkway), 'Puentes muelle' (pier bridges), 'Paseo de acceso al agua (Módulo 100 m)' (access walkway to water), and 'Paseo de acceso al agua (Módulo 100 m)'. The water level is indicated by a dashed line with a triangle symbol, labeled 'Máxima creciente 128.1 msn' and 'Mínima vaciante 118.7 msn'.



67

La plataforma de conexión y rampa de acceso comunican el pontón muelle con el puente basculante y están construidas en acero.

Plataforma de conexión entre pontón de apoyo y pontón muelle, el cual tiene una longitud de 6.9 m. de longitud por 6 m. de ancho y está fabricada sobre la base de 5 vigas longitudinales de sección variada. Esta arriostrada transversal y diagonalmente con ángulos y unida en un extremo al puente por medio de un mecanismo basculante y en el otro extremo descansa sobre el pontón muelle en un cuartón de madera.

Rampa de acceso de 2.5 m. de longitud y 6 m. de ancho, está conformada por 5 vigas de sección variada. Su cubierta de rodadura está conformada por una plancha estriada. Está unida a la plataforma de acceso por medio de un mecanismo basculante y descansa directamente sobre el pontón muelle, apoyado sobre un cuartón de madera.

Sistema de anclaje del puente basculante sirve para sujetar el puente basculante y el pontón de apoyo, oponiéndose a las fuerzas ocasionadas por la corriente del río. Está compuesto por dos sistemas de cables y contrapesos, uno aguas arriba que pasa por el macizo 5 y otro aguas abajo que pasa por el macizo 2. Cada sistema consta de un cable de acero $\varnothing 1"$ con alma de fibra, el cual en un extremo está sujeto al puente y en el otro pasa una polea ubicada en la cima del macizo, por un tope ubicada en la parte posterior del macizo, amarrándose a un contrapeso de mortero armado de $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ y 1.37 Tn. de peso. El contrapeso corre por un sistema de guías ubicado en la parte posterior del macizo.

Los sistemas de anclaje a tierra del muelle flotante, consta de 4 sistemas de anclaje que parten desde el pontón muelle y van a los macizos 1, 3, 4 y 6. El sistema 1 le corresponde a la fijación del pontón muelle aguas abajo y consta de un cable de $\varnothing 1"$ con sus accesorios de anclaje.

Los sistemas 3 y 4 también corresponden a la fijación del pontón muelle, aguas abajo el 3 y aguas arriba el 4; pero utiliza un esquema de contrapeso de 2.03 Tn.

El sistema 6, agua arriba, tiene dos aparejos de anclaje similares, uno activo y otro de reserva para casos extremos.

El sistema de anclaje al río consta de dos aparejos similares, uno aguas arriba del pontón y otro aguas abajo. Cada aparejo tiene un ancla de 33.6 Tn. de capacidad, fabricada con perfiles de acero y mortero, el cual se encuentra fondeada en el lecho del río. Además, cada aparejo cuenta con un contrapeso compuesto de un muerto (sinker) de 10 Tn.

La estructura retenedora de palizadas es una estructura metálica ubicada aguas arriba del embarcadero e instalada en forma diagonal a la corriente del río, teniendo la función de atrapar y desviar la palizada, actuando como deflector y empujándola hacia el centro del río a fin de que no impacte directamente sobre las estructuras del muelle flotante.

Está compuesto por pilotes tubulares de acero hincados a una profundidad promedio de 14 m. desde el lecho del río. Consta de 7 pilotes verticales de \varnothing 14" Sch40, separados a 4.5 m. arriostrados en dos niveles por medio de vigas, estos pilotes verticales están reforzados por 4 pilotes tubulares de acero de \varnothing 12" Sch40, hincados en forma inclinada y que se apoyan sobre la primera línea de arriostre. Todos los interiores de pilotes han sido vaciados en mortero de $f'c$ 210 kg/cm².

4.2.4 EMBARCADERO FLUVIAL DE SAN PABLO

4.2.4.1 UBICACIÓN

El embarcadero fluvial de San Pablo está ubicado en la margen derecha del Río Amazonas a 272 km aguas abajo de la ciudad de Iquitos y a 67 km aguas arriba de Caballococha, pertenece al Distrito de San Pablo, Provincia de Ramón Castilla, Región Loreto.

4.2.4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El embarcadero de San Pablo está configurado esencialmente como una estructura flotante de un solo pontón que servirá como pontón de muelle y a su vez como pontón de apoyo del puente basculante, además de un estribo, pantallas, macizos y demás elementos. Presenta una zona de instalaciones de tierra con un área cercada y dos áreas techadas para los diferentes ambientes del embarcadero.

➤ OBRAS EN TIERRA

En la zona en tierra se tiene un área cercada de 398.34 m² y dentro, dos áreas techadas de 100.87 m² cada una. Se cuenta además con un pararrayos, tres pozos a tierra y un sistema de tratamiento de desagües. La zona en tierra tiene un área libre para la carga y descarga, un depósito, una oficina administrativa, una vigilancia, una sala de espera de pasajeros y los servicios higiénicos.

Estribo de puente, que es la estructura principal en tierra, construido en mortero armado, sobre la que se apoya el Puente basculante a través de mecanismos de apoyo fijos con capacidad de giro en el plano vertical.

Macizos de anclaje, dos para fijar el pontón muelle y puente basculante a tierra y uno que sirve de anclaje al sistema de defensa contra palizadas. Estos macizos están contruidos en mortero armado, trabajan como muros de gravedad.

Se han instalado tres (3) Pantallas de anclaje, de mortero armado, enterradas y que absorben la tensión transmitida por los cables de anclaje. Dos corresponden a los macizos de anclaje del pontón muelle y puente y otro ayuda al estribo por medio de placas de amarre, cables de acero galvanizado, templadores tipo torniquetes, eslabones de acoplamiento, un polipasto simple, un polipasto triple y argolla. La Pantalla de Anclaje es un elemento de mortero armado y ha sido concebida de tal manera que el empuje pasivo generado por la tensión de los cables sea suficientemente mayor que dicha tensión.

➤ **OBRAS EN RÍO**

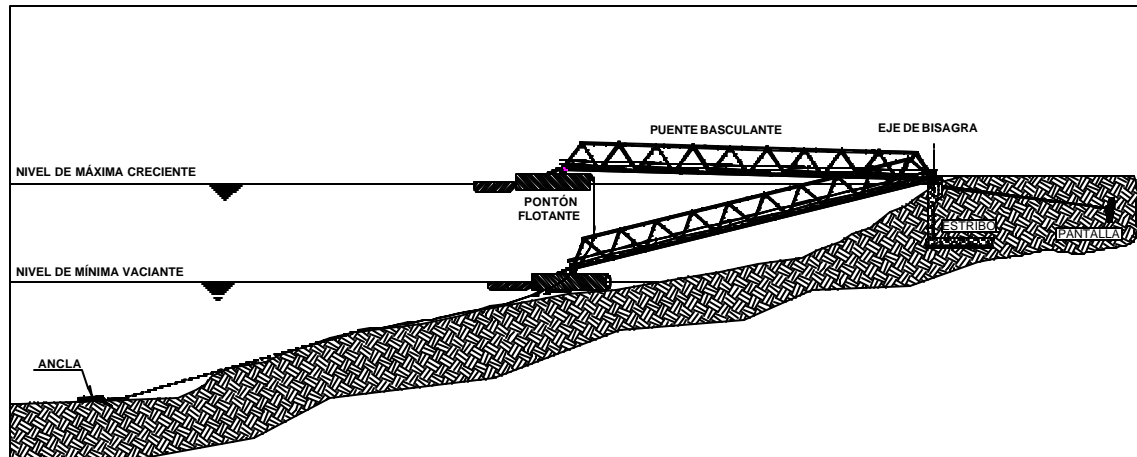
Las obras de río incluyen los siguientes elementos:

Puente basculante reticulado para uso peatonal de 50.00m de longitud y un ancho de 3.25 m., conectado a tierra y a un pontón muelle. El puente basculante cuenta con 2 pares de apoyos en ambos extremos. En el extremo de tierra, sobre el estribo; se emplean apoyos fijos basculantes, mientras que en el extremo de apoyo en el pontón se emplean apoyos del tipo deslizante. Los apoyos fijos basculantes son del tipo articulado, con una parte anclada al estribo y otra parte unida mediante pernos a la base del puente; cuenta con cojinetes, materiales con lubricantes sólidos, apropiados para un trabajo en contacto con agua. Los apoyos deslizantes son del tipo articulado, con una parte apoyada en el pontón y otra parte unida mediante pernos a la base del puente.

Para cubrir los espacios libres entre los extremos del puente con el estribo y el pontón flotante se han construido e instalado una cubrejunta y una rampa de acceso respectivamente, con un extremo articulado y el otro deslizante. En el caso de la cubrejunta, está articulado en un extremo en el estribo y en el otro deslizará sobre el puente. En el caso de la rampa de acceso está articulado en el extremo del puente y su extremo se apoyará en forma deslizante sobre el pontón.

El pontón muelle tiene como dimensiones generales 22 m. de largo, 10 m. de ancho y 2 m. de profundidad. El pontón está construido completamente de acero y superficialmente cuenta con facilidades para el emplazamiento

de los complementos necesarios para el apoyo del puente, la rampa de acceso, el amarre de los anclajes y otros accesorios, tales como bitas, tubos de ventilación y huecos de registro hermético, para inspecciones y mantenimiento interno. Complementariamente cuenta con refuerzos interiores en los puntos donde se concentran altas sollicitaciones de carga.



Embarcadero fluvial de San Pablo

Sistemas de anclaje a la ribera comprenden todos los elementos necesarios para fijar el puente basculante y el pontón flotante hacia los

macizos de anclaje en la ribera. Se distinguen los sistemas de anclaje del puente basculante, sistemas de anclaje del pontón del lado de proa y del lado de popa y cables de unión de macizos de concreto a pantallas enterradas.

El sistema de anclaje del puente basculante está compuesto de dos anclajes a la ribera que se complementan a los apoyos del puente en el estribo de concreto. Cada anclaje tiene articulaciones de acero, cables de acero, templadores tipo torniquete, argollas y elementos de acople directo a cables que permiten transmitir las cargas a las pantallas de concreto enterradas.

Los sistemas de anclaje al río incluyen todos los elementos necesarios para fijar el pontón flotante hacia el lecho del río, tal como el anclaje del lado de proa y el anclaje del lado de popa, tales como winche, cadena de acero, grilletes, cable de acero, y elementos de acople a un ancla de acero y concreto.

El sistema de protección contra palizadas es una línea de troncos flotantes amarrados a cables mediante complementos de sujeción y elementos de amarre. En el extremo de tierra esta anclado a un macizo de anclaje en la ribera y la línea de troncos asegura su flotabilidad por la densidad de la madera siendo fijada su posición por boyas, que con sus respectivos anclajes al río aseguran la posición del sistema. Este sistema, se asegura en forma completamente independiente del pontón y el puente basculante.

El pontón muelle cuenta con un sistema de defensas conformado por paquetes de llantas, que sirven para amortiguar el efecto de los impactos que se produzcan sobre el pontón durante el acoderamiento de las embarcaciones. Este sistema está fijado sólidamente en el pontón sin afectar su hermeticidad.

4.3.0 EVALUACIÓN DE LOS EMBARCADEROS FLUVIALES DE LA AMAZONÍA:

4.3.1 EVALUACIÓN TÉCNICA

A) EMBARCADERO FLUVIAL DE SAN PABLO

Ubicación:

La localidad de San Pablo se ubica sobre la margen derecha de una gran curva que presenta laderas relativamente estables, las riberas están constituidas por material resistente a la erosión (suelo del terciario de alta resistencia) y que en los años de los que se tiene referencia, no ha mostrado modificaciones significativas en su configuración. En general, la zona presenta taludes bastante estables, advirtiéndose la presencia de suelos cohesivos muy compactos en todo el talud. Los taludes ubicados hacia aguas arriba y aguas abajo del embarcadero se muestran también bastante estables, no habiéndose observado en ningún caso la presencia de deslizamientos recientes ni grietas de tracción en la parte superior de los taludes. En el caso del talud adyacente a la ubicación actual su estabilidad se remonta a por lo menos 50 años.

La inclinación del talud de la ribera oscila entre 10° y 35°, siendo la zona frente al mercado (emplazamiento del embarcadero) una de las de mayor pendiente.

Instalaciones en tierra

Las instalaciones en la zona de tierra cuentan con un área cercada de 398.34 m². y dos áreas techadas de 100.87 m². cada una. La zona en tierra cuenta con los siguientes ambientes: un área libre para la carga y descarga, un depósito, una oficina administrativa, una vigilancia, una sala de espera de pasajeros y los servicios higiénicos.

La topografía en la ubicación de las obras en tierra del embarcadero se encuentra mayormente entre las cotas 102.00 y 103.00 m.s.n.m.m. y el nivel máximo del río Amazonas en San Pablo llegaría a los 101 m.s.n.m.m. por lo que no hay peligro de inundación.

Características del cauce

En cuanto a las características del cauce, la profundidad máxima del río es de unos 18 m. a partir del nivel mínimo del agua y se presenta a unos 100 m. de la margen derecha. Esta profundidad se mantiene a lo ancho del cauce por unos 400 a 800 m., para luego disminuir gradualmente en la margen izquierda. La fluctuación de niveles entre los períodos de máxima creciente y máxima vaciante puede llegar de 9 a 10 m. y de manera extrema puede

alcanzar un desnivel de hasta 13.4 m. (Nivel de máxima creciente 101.00 m. y nivel de mínima vaciante 87.6m.)

Distancia y profundidad del canal principal

Debido a que el canal principal del río se encuentra adyacente a la ribera derecha, durante la época de vaciante no se generan playas de sedimentos en las inmediaciones de la ubicación del embarcadero.

Para que el muelle pueda tener la suficiente profundidad de agua y no quede asentada en el fondo en la época de vaciante, deberá estar aproximadamente a por lo menos 50 m. de la línea de referencia.

Diseño

- La Pantalla de Anclaje es un elemento de mortero armado y ha sido concebida de tal manera que el empuje pasivo generado por la tensión de los cables sea suficientemente mayor que dicha tensión. El Macizo es una estructura de mortero armado analizado como un muro de gravedad sujetos a empuje activo, peso propio y el peso de la arena que carga. Su finalidad es de apoyo y nivelación de los cables que sujetan al pontón.

- Puente basculante de 50.00 m. de longitud y un ancho de 3.25 m.

El puente ha sido diseñado considerando las cargas que generan un grupo de personas 400 kg/m². y previendo para el futuro se ha considerado como cargas de diseño un convoy de 2 vagonetas de aproximadamente 700 kg de peso cada una descargadas y que son capaces de desplazar a lo largo del puente 5000 kg. cada una con lo cual se obtiene una sobrecarga de vagonetas de 11400 kg.

- Pontón Muelle de 22 m. de largo por 10 m. de ancho y 2 m. de profundidad.

El pontón ha sido diseñado para soportar en el futuro, la instalación de una grúa fija giratoria de 5 Tn. de capacidad para carga y descarga de bultos pesados.

Nave de diseño:

Embarcación de 200 T.R.B., con las siguientes dimensiones:

Eslora: 30.00m.

Manga: 5.50m.

Puntal: 2.00m.

Velocidad de diseño:

Para realizar los cálculos se ha tomado como velocidad de corriente de 2.7 m/s.

Capacidad Portante del suelo:

- Se apoyan las estructuras de cimentación en el depósito de arcilla limosa, de plasticidad media a alta, muy compacta a dura, cuya presión admisible resulta ser de 2.23 kg/cm^2 . aunque conservadoramente se recomendó utilizar, en todos los casos un valor de 2.00 kg/cm^2 .
- Para la cimentación de las edificaciones (oficinas, almacenes, etc.) teniendo en cuenta la baja resistencia que presenta la capa superior de arcilla, se recomendó considerar cimentaciones de tipo rígido conformada por zapatas y cimientos corridos a una profundidad mínima de 1.50m. con respecto a la superficie. Dicho terreno tiene una presión admisible de 0.65 kg/cm^2 .

Canal de acceso:

La zona donde se ubica el embarcadero, presenta un cauce profundo sin limitaciones para la navegación en toda época del año.

Protección de palizadas:

- Por ubicarse en la parte externa del final de la curva que antecede a San Pablo, el embarcadero se verá expuesto a eventuales problemas de presencia de palizada en la época de creciente del río.
- El sistema de protección contra palizadas diseñado es un conjunto flotante de troncos conformado por maderas, cables y complementos de sujeción, elementos de amarre a un bloque de anclaje a la ribera, boyas con sus respectivos anclajes al río.
- Para el cálculo de la palizada se ha adoptado para el diseño una fuerza de arrastre de 30,400 kg.f. (Fuerza debida a la acción de la palizada).

B) EMBARCADERO FLUVIAL DE CONTAMANA

Ubicación:

El embarcadero fluvial de Contamana está ubicado en el Sector Nazaret; dicha ubicación cuenta con condiciones topográficas, geotécnicas e hidráulicas requeridas para este embarcadero.

La zona es de topografía ondulada, irregular y con niveles variables que están al pie del macizo del cerro denominado “El Calvario”, sujeto a inundaciones sólo en periodos de avenidas extraordinarias; los taludes en esta zona del río son uniformes, por lo que se puede confirmar que la consistencia del suelo en la parte superior es medianamente compacta, producto del material sedimentado y compactado naturalmente por las sucesivas inundaciones ocurridas localmente, se observa que no hay proceso de deslizamientos en su talud.

Nave de diseño:

Embarcación de diseño de 2,000 Tn., la que corresponde a una barcaza o chata para el transporte de combustible de las siguientes dimensiones:

Eslora: 70.00 m.

Manga: 12.00 m.

Puntal: 4.00 m.

El embarcadero da facilidades de atraque a embarcaciones menores desde el tipo artesanal (peque peque), motochatas de 150 Tn. de carga útil hasta chatas de 2,000 Tn. de desplazamiento.

Niveles:

De acuerdo a los estudios de hidráulica fluvial se determinó los niveles de creciente máxima de 128.10 msnm. y de vaciante mínima de 116.70 msnm., lo que nos da una diferencia de niveles entre creciente y vaciante de 11 – 12 m.

Velocidad de diseño:

Velocidad media del río de 1.5 m/s determinada en creciente a 50 m. de la orilla y una velocidad de viento asumida de 80 Km/h. (Isotacas de viento).

Diseño:

- Puente basculante de 40.00 x 6.00 m., fue diseñado para una carga de 416 kg/m² y una vagoneta de 5 toneladas.
- El pontón de apoyo de 11.00 x 6.00 x 2.00 m. llega a un francobordo mínimo de 0.40m., considerando su propio peso y la carga impuesta por el

puente de acceso en su extremo de río, que comprende su peso propio y la sobrecarga uniformemente repartida y el peso de la vagoneta cargada.

- El pontón del muelle de 50.00 x 12.00 x 2.00 m. de puntal presenta un francobordo mínimo de 1.00m., considerando su propio peso y a la carga depositada en la cubierta. Este muelle ha sido calculado y diseñado para recibir una sobrecarga de hasta 600 kg/m².

Tipo de cimentación

El perfil de suelos encontrado consiste en un primer estrato cohesivo intercalado con granular, de consistencia blanda, seguido de un estrato granular medianamente denso y finalmente un estrato granular denso, el cual pertenece a sedimentos del Terciario.

Considerando estas propiedades físicas y mecánicas del perfil estratigráfico del terreno, así como a las características de las estructuras por construir, se determinó que el tipo de cimentación más adecuado, técnica y económicamente es el profundo, por medio de pilotes.

Sistema Protector de Palizadas:

Formado por un conjunto de pilotes tubulares de acero de Ø 18" arriostrados mediante vigas WF; pilotes rellenos de concreto y actúan en voladizo, teniendo una longitud de empotramiento necesaria para resistir el momento y corte correspondientes.

Áreas abarcadas por el embarcadero.

El Embarcadero Fluvial de Contamana ocupa un área de río de 232 m. de largo x 64 m. de ancho considerando desde los extremos de los macizos.

Canal de acceso

De acuerdo al estudio morfológico de la ribera derecha del río Ucayali en la zona de Contamana, se aprecia que el río forma una amplia curvatura de un radio de aproximadamente 14 km., lo que nos indica que la margen derecha es más profunda que la margen izquierda y se mantiene a través de los años y por consiguiente se tiene una buena profundidad en los periodos de estiaje.

Palizada de cálculo:

Para el cálculo de la palizada se ha considerado un área transversal de 1.50 x 15.0 m.

C) EMBARCADERO FLUVIAL DE MAZÁN

Ubicación:

El terreno donde se encuentra ubicado el embarcadero es de forma irregular, ondulado y muestra una topografía ligeramente accidentada con pendiente muy suave en dirección al río Napo. El talud de la ribera circundante al sitio donde se ubica el embarcadero, tiene una inclinación promedio de 22°.

Niveles:

Con los estudios de hidráulica fluvial se determinó que los niveles de creciente máxima es de 99.65 msnm. y de vaciante mínima de 92.15 msnm., lo que nos da una diferencia de niveles entre creciente y vaciante de aproximadamente 7.5 m.

Nave de diseño:

Diseñado para el atraque de embarcaciones desde la de tipo artesanal (Peque Peque) hasta motochatas de 90' (27.5 m.) de eslora y 150 TRB aproximadamente.

Velocidad de la corriente:

Se ha considerado para el diseño la velocidad del río de 2.22m/s.

Protección de ribera:

No se requirió la protección de la ribera contra la erosión por parte del río, debido a que el talud está conformado por arcillas muy resistentes del Terciario. El talud está protegido con césped (Toro Urco) para mejorar la estabilidad de los cortes.

Tipo de cimentación

El perfil estratigráfico del subsuelo está constituido por una alternancia de suelos predominantemente cohesivos, consistentes en arcillas de plasticidad media y arcillas de alta plasticidad. Los resultados del SPT y del CPT muestran que a partir de la cota 96.00, se encuentran suelos cuya consistencia varía de muy compacta a dura, los cuales son adecuados para el tipo de estructura que se proyectó.

En base a las propiedades físicas y mecánicas que presenta el perfil estratigráfico del terreno, se optó por la cimentación a través de pilotes de punta cimentados sobre el estrato terciario. Esta cimentación se adoptó para los macizos de anclaje, estribo, el cabezo y para el apoyo intermedio.

Análisis

En el estribo los suelos existentes por debajo de la profundidad de cimentación son predominantemente cohesivos (arcilla de media y alta plasticidad) y presentan una consistencia que varía entre muy compacta a dura.

La presión admisible por esfuerzo cortante del terreno se ha estimó en 3.64 kg/cm^2 .

La profundidad a la cual se apoyan los pilotes, estuvo controlado por el rechazo que sufrió el pilote al alcanzar la carga de trabajo durante el hincado, lo cual se produjo en el estrato de arcilla correspondiente al Terciario.

Para la cimentación de las edificaciones de servicios, se estimó una presión admisible de 0.88 kg/cm^2 .

D) TERMINAL PORTUARIO DE YURIMAGUAS

Niveles

Los niveles de río pueden variar entre su mínima vaciante y su máxima creciente anual hasta del orden de 8 m.

Velocidad

La velocidad de diseño de la corriente utilizada para el proyecto de ingeniería es de 1.75 m/s .

Cargas de diseño para el muelle

- Todas las cargas debida a peso propio incluido plataforma de cubierta de madera sobre los pontones y puente de acceso según los materiales y equipos no móviles.
- Fuerza de arrastre de corriente debido a una máxima velocidad de 1.8 m/s .
- Presión de viento sobre estructuras y embarcaciones para una velocidad de 138.8 Km/h . (Reglamento Nacional de Construcciones del Perú). El viento actuará sobre las superficies expuestas del muelle, rampa y puente y se considerará actuando conjuntamente con la fuerza de arrastre de la corriente.
- Fuerza de acoderamiento generada por embarcaciones de $1,000 \text{ TRB}$. y actuando a una velocidad de acoderamiento de 0.15 m/s . que será aplicada solamente en las caras de acoderamiento del muelle y en este caso sin considerar incremento en el peso adicional debido a la masa de agua en los alrededores de la embarcación.

- Fuerza dinámicas y cargas vivas causadas por un camión HS-20 operando sobre cada una de las estructuras. Se establece una restricción de tráfico en todas las estructuras portuarias máxima de 8km/h. en todo momento.

Todas las estructuras del muelle y puente de acceso han sido diseñados para las condiciones de carga más desfavorables que pudieran presentarse y cumpliendo con las normas de diseño de Especificaciones ASSTHO Standard Specification for Highway Bridges para los puentes y el código denominado "Ruler for Building and Classing Steel barges for Offshore Services 1973" editado por el American Bureau of Shipping para el diseño de pontones y flotadores.

4.4.0 EXPERIENCIAS OPERACIONALES DE LOS EMBARCADEROS

4.4.1 EMBARCADERO FLUVIAL DE SAN PABLO

El transporte de palizadas durante la época de creciente es un fenómeno natural en los ríos de la amazonía, por lo que su limpieza debe de ser una actividad continua, para evitar que su acumulación ponga en riesgo la estructura portuaria. Ante este problema se planteó proteger a bs elementos del embarcadero ubicados en el río mediante un sistema de protección, que permitiera atrapar los palos, troncos, islas de gramas y otros elementos que arrastra el río, considerando que para ello se requiere de una limpieza constante a fin de evitar una gran acumulación de estos elementos atrapados en el sistema de protección, lo que provocaría sobrecargas poniendo en peligro la estructura y demandando mayores gastos en equipos y maquinarias para corregir esto.

La función del sistema de protección es atrapar las palizadas que arrastra el río, impidiendo que estas impacten y se acumulen en la estructura portuaria. Ello no significa que todas las palizadas deban quedar atrapadas, pues existen palos y troncos que van sumergidos en el agua y que pasan por debajo del sistema de retención.

La excesiva acumulación de palizadas no permitió la flotación de una de las boyas del sistema de protección y aunada a la falta de limpieza de los elementos atrapados por el sistema, ocasionó el rompimiento del cable del sistema de protección, así como la inclinación del pontón muelle y el no alineamiento del puente basculante. La rotura se produjo en el cable que une la segunda con la tercera boya, provocando que una gran cantidad de palizada se acumulara en la zona inmediata del muelle, ya que esta se encontraba atrapada en las cadenas y cables de los sistemas de anclaje del muelle al río. Las fuerzas producidas por la palizada y la mala regulación de los sistemas de anclaje, produjo que el muelle esté sujeto a grandes tensiones. Como consecuencia de ello y para evitar la posterior acumulación de palizada en la zona del muelle se procedió a anular la línea de defensa del muelle, obteniéndose como resultado un mejor deslizamiento de la maleza y palizada que ocasionalmente se acumulaban en la proa del pontón.

Otro problema que se presentó en el embarcadero fluvial de San pablo fue la incorrecta manipulación de los sistemas de anclajes del embarcadero, ocasionando que los dos apoyos del puente basculante que descansan sobre el pontón flotante dentro de una cajuela, queden desalineados y en una posición incorrecta fuera de los límites permisibles, de tal manera que el

apoyo derecho chocó con el filo de la cajuela de apoyo, ocasionando una ligera deformación. También ocasionó que las cadenas de anclaje del pontón flotante a tierra, no guarden el estiramiento y la tensión adecuada que son necesarios para conseguir el equilibrio y la estabilidad del puente basculante y del pontón flotante, durante los cambios de nivel de las aguas del río Amazonas.

La labor de regulación del sistema de anclaje, de acuerdo a los niveles de agua del río Amazonas, requiere conocimiento y experiencia tanto en los anclajes a tierra (cables), así como en los sistemas de anclaje a río, compuesto por cadenas. Para ello el embarcadero cuenta con dos winches de 10 toneladas de capacidad cada uno.

4.4.2 EMBARCADERO FLUVIAL DE CONTAMANA

El embarcadero no cuenta con mayores problemas sobre las palizadas, por que existe personal que mantiene una limpieza constante, evitando la acumulación de grandes volúmenes de palizada y malezas, que harían dificultoso su retiro y a la vez que perjudicarían a la infraestructura portuaria.

Los sistemas de anclaje son regulados permanentemente a medida que aumenta o disminuye el nivel del río, de tal forma que se evita que los cables trabajen a una excesiva tensión o que permanezcan destemplados.

Para mantener el movimiento del puente en buenas condiciones se realizan el engrasado de los pines de los apoyos del puente.

La estructura retenedora de palizada existente en el embarcadero colapsó, debido principalmente a problemas constructivos, lo que produjo que la estructura cediera a las fuerzas de la palizada y del río y actualmente se encuentra en el fondo del río Ucayali. La estructura conformada por pilotes presentaba una inclinación días antes del suceso, sin que exista gran cantidad de palizadas acumulada. La inclinación o pérdida de la verticalidad de los pilotes demuestra que la estructura colapsó por defectos de construcción o vicios ocultos y no por un evento extraordinario de transporte de palizadas ocurrido en el mes de Febrero.

El embarcadero cuenta con dos tecles de 10 toneladas de capacidad cada uno, para la operación y mantenimiento del embarcadero, cuidando de que las maniobras que se realicen no expongan a los equipos a tensiones por encima de su capacidad.

El puente basculante descansa sobre 5 apoyos, dos en el extremo de río que están fijos sobre la cubierta del pontón de apoyo, y que son del tipo

basculante lo que le permite un giro en el plano vertical en la dirección del eje longitudinal del puente, a fin de compensar los diferentes niveles que sufre el río entre los períodos de vaciante y creciente. En el extremo a tierra, el puente descansa sobre 3 apoyos, dos extremos que son basculantes-deslizantes y el apoyo central basculante y además giratorio. Todos los apoyos de tierra permiten realizar un movimiento basculante a fin de que el puente pueda adecuarse a las variaciones del nivel del río en las diferentes épocas del año. Además, estos apoyos le permiten realizar giros limitados en el plano horizontal, debido a que el apoyo central es fijo con un sistema de tornamesa y los apoyos extremos pueden deslizarse sobre la superficie en los límites de un cajuela lo suficientemente grande. La regulación de la posición del pontón de apoyo y por lo tanto del puente basculante, está a cargo de un sistema de contrapesas que pasa por los macizos 2 y 5, los cuales tensan los cables que van fijados en el extremo del río del puente.

Cuando los sistemas de anclaje del embarcadero no son regulados adecuadamente para posicionar el muelle en la temporada de creciente, al ir subiendo el nivel de las aguas del río, las cadenas se tensan disminuyendo la curva de la catenaria y los cables al quedar sueltos permiten el desplazamiento del muelle en la dirección del río, arrastrando con esto a la rampa de conexión, pontón de apoyo y al pontón muelle, haciendo girar un pequeño ángulo al eje del puente y a este mismo. Pero la libertad de este giro está asegurada por la disposición del movimiento de los apoyos en tierra (tornamesa y superficie deslizante) y se compensa con la nueva posición que adoptan los contrapesos del cable. Para evitar estos problemas, al producirse el incremento de nivel, se debe efectuar un largado adecuado de las cadenas de anclaje al río y un cobrado de cable de anclaje a tierra. Un procedimiento inverso se realizará en la temporada de vaciante.

4.4.3 EMBARCADERO FLUVIAL DE MAZÁN

La configuración del embarcadero fluvial de Mazán presenta muchos obstáculos, que hacen que la estructura actúe como una barrera impidiendo que la palizada pase libremente.

Cuando baja el nivel del río Napo las palizadas (troncos de catahua y capinuri) quedan atrapadas alrededor y debajo de los pontones del muelle y en el cabezo, y si estas no son removidas se producen acumulaciones que ocasionan que el pontón muelle y el deflector de palizadas queden inclinados

por la presión que ejercen las palizadas, forzando a que los cables que se encuentran instalados tanto en el lado de proa del pontón muelle al macizo metálico de anclaje (aguas arriba) y del lado de popa al otro macizo metálico de anclaje (aguas abajo), trabajen a su máxima tensión lo que puede ocasionar una ruptura de la misma, poniendo en riesgo la integridad física de la estructura metálica del embarcadero.

Las instalaciones en el embarcadero fluvial de Mazán pueden quedar temporalmente fuera de servicio, generalmente en la época de creciente, cuando se producen grandes acumulaciones de palizada en la proa del pontón muelle, producto de las continuas palizadas que van quedando atrapadas en la estructura del embarcadero.

Este tipo de embarcadero requiere trabajos de limpieza permanente, por lo que se debe contar con personal y equipo para el retiro de la palizada; en algunos casos ha sido necesario retirar el pontón muelle para limpiar las palizadas atrapadas en el pontón metálico y en el pontón triangular que sirve como protector contra palizadas; estas estructuras actúan como barreras que impiden el paso de palizadas, además la forma triangular que presentan estos pontones (ver configuración del embarcadero), permiten que la palizada se vaya acumulando para el lado de la orilla incrustándose en los espacios que existen entre el cabezo y el pontón triangular formando pequeñas islas.

La grúa de 2 toneladas de capacidad ubicada en la plataforma del embarcadero para las operaciones de embarque y desembarque no se utiliza, debido a que presenta un winche manual que hace lenta el izaje de las cargas provenientes de las naves.

4.4.4 TERMINAL PORTUARIO DE YURIMAGUAS

La nueva ubicación del terminal permite atender las naves durante todo el año, lo que no sucedía en su antigua ubicación donde se tenía limitaciones de operatividad debido a problemas de calado. Además se reubicó en el río Huallaga, porque el río Parapapura presenta grandes palizadas, lo que ocasionó en su momento, el colapso de la estructura flotante con la consiguiente pérdida de la plataforma y del muelle flotante en el fondo del río.

El sistema de protección de troncos utilizado para proteger el muelle presenta muchos inconvenientes, debido a que los troncos y palos quedan enredados en las cadenas ocasionado la acumulación de grandes palizadas y dificultando las labores de limpieza. Si es que no son removidas las palizadas

oportunamente, el muelle sufre una inclinación por la fuerza ejercida de las palizadas.

Otro efecto de las palizadas es que al quedar atrapadas en las boyas de protección de los cables de los macizos, éstas sufren un volteo y posterior hundimiento, manteniendo ese tramo del cable sumergidas.

La acumulación de las palizadas en la plataforma del muelle, impide el normal ingreso de las naves, por lo que muchas veces las operaciones se realizan en otros puertos alternos, los que no cumplen con las normas de seguridad respectivas.

El muelle flotante presenta una inclinación o escoramiento permanente hacia el lado de la ribera (estribor) de aproximadamente 5° con respecto al nivel horizontal del río, inclinación debido a que muchos de los accesorios del muelle, se encuentran instalados en ese lado (postes de alumbrado, winches, cubrejunta, instalaciones eléctricas, hidráulicas, polipastos, etc, no obstante que los pontones que conforman el muelle tienen contrapesos en su interior; esta inclinación obedece principalmente a las fuerzas de anclaje que son transmitidas a la estructura del muelle a través de los winches.

Este problema no representa mayores inconvenientes para las operaciones que se desarrollan normalmente; en su debida oportunidad se comprobó utilizando una grúa de aproximadamente 26 tn.

Anteriormente a la plataforma existía una rampa de acceso apoyada sobre cilindros flotantes, este cambio se realizó por que los cilindros restringían el libre paso de la palizada, situación que ocasionaba un aumento de la fuerza de arrastre del río Parana.

El sistema protector de palizadas, estuvo ubicado aguas arriba del Muelle, diseñado e instalado para retener las palizadas y otros objetos flotantes que desplaza el río Huallaga con dirección al Muelle flotante; conformado por una barrera de troncos enlazados por sus extremos mediante cables de acero, con sus respectivas boyas y anclas.

Inicialmente según el diseño, la ubicación fue con un extremo del cable fijado al Macizo No. 1 y el otro extremo fijado a la bita de proa del muelle. El Sistema protector de palizada, en esa ubicación colapsó, debido a que al retener las palizadas se formaba una "bolsa", dando como resultado la desviación de la proa del Muelle hacia tierra, poniendo en peligro la integridad de dicha estructura, por lo que el extremo del cable amarrado a la bita de proa fue liberado, quedando fuera de servicio el Retenedor de palizada.

Posteriormente se reforzó el sistema con anclas nuevas, similares a las del Muelle, no obstante, el Sistema fue desplazado en Septiembre del 2000 por una avalancha de palizada de grandes proporciones.

El sistema protector ha sido retirado de su ubicación, debido a que no cumplía su función de diseño, siendo más bien, un desviador de las palizadas hacia el Muelle, el retiro también se produjo por el deterioro total de los cables de acero y troncos flotadores; sólo dos boyas fueron recuperadas, habiéndose hundido la más próxima al macizo.

V.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LA UBICACIÓN DE LOS EMBARCADEROS FLUVIALES EN LA AMAZONÍA PERUANA.

Para elegir la ubicación más conveniente de un embarcadero, teniendo varias alternativas de ubicación en la zona de estudio, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

5.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

1) HIDRÁULICA FLUVIAL

Los aspectos fundamentales para la selección de la ubicación del embarcadero fluvial son la erosión, sedimentación y estabilidad del cauce, de estos dependerán la vida útil y el tiempo de permanencia en dicha ubicación.

De acuerdo a los estudios de hidráulica fluvial, uno de los mejores tramos de la ribera recomendado para la ubicación de los embarcaderos es la parte exterior de las curvas, donde el río forma corrientes verticales que impiden la sedimentación y se mantiene el cauce profundo cerca de la orilla, especialmente donde el material del cauce pertenezca al terciario. No obstante puede existir una acción erosiva sobre el talud que se debe de tener en cuenta para proyectar una adecuada protección de la ribera.



Tramo recomendado para la ubicación de un embarcadero fluvial

Si la ubicación elegida estará expuesta al embate de palizadas en época de creciente, la estructura a diseñarse deberá ser tal que produzca la menor

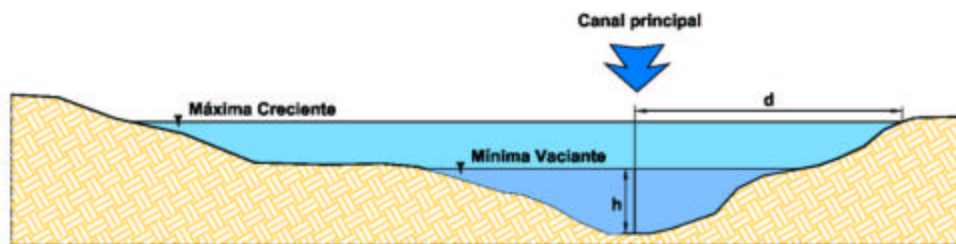
obstrucción posible al río, para ello se procurará dotar de proas triangulares a las estructuras de río para ayudar al libre paso de las palizadas.

Otro aspecto importante es la velocidad de la corriente, pues de ella dependerá que las maniobras de atraque y desatraque de las embarcaciones al muelle se realicen sin mayor dificultad, dando seguridad a la navegación.

2) ACCESO FLUVIAL.

La profundidad y la distancia al canal principal es un factor que influye en la longitud de la infraestructura portuaria que ingresará en el río, lo que incide en el costo de inversión y de los rendimientos en la operación, además la profundidad del canal principal nos determina el tamaño y calado de las embarcaciones que pueden acoderar en el embarcadero.

Las limitaciones a la navegabilidad y malos pasos es un factor que determina el tamaño de las embarcaciones que llegan a la localidad y las restricciones que pueden afectar en la época de vaciante.



3) SUELOS.

La mejor zona para ubicar la infraestructura del embarcadero, está donde se encuentran los afloramientos de la formación del terciario, material de mayor resistencia a la erosión que los depósitos cuaternarios, por lo tanto se obtendrá una mayor estabilidad del talud y la posibilidad de deslizamiento en la ribera serán mínimos ya sea producto de los descensos rápidos del río o de las condiciones sísmicas.

La cimentación de las estructuras como los macizos, estribos, hincado de pilotes, etc, es un factor que define el costo y la dificultad en las obras, por lo que se elegirá el lugar donde se tenga el suelo resistente a menor profundidad.



Zona recomendada para la ubicación de un embarcadero, talud casi vertical y muy estable. Afloramiento del terciario color plomo

4) POSIBILIDAD DE INUNDACIÓN.

La topografía en la ubicación elegida deberá ser tal que la cota del terreno esté por encima del nivel de máxima creciente, para garantizar que las obras de tierra del embarcadero no se inunden o de lo contrario se deberá construir un terraplén de relleno hasta alcanzar la cota de no inundación.



Zona inundable en época de creciente, (obsérvese la marca de agua en los árboles), no recomendada para la ubicación de un embarcadero.

5) ACCESO TERRESTRE.

Distancia y condiciones topográficas de la localidad a una carretera principal y/o factibilidad de conexión que incide significativamente en la inversión por el costo de construcción y mantenimiento de un tramo adicional de carretera en la selva que debiera construirse para conectar el embarcadero con la carretera.



Embarcadero cercano a la carretera principal

6) AMPLIACIÓN DEL EMBARCADERO.

Es un factor relacionado con la demanda de carga en el tiempo.

Todo embarcadero debe proyectarse para una futura ampliación en el caso la demanda aumente y las condiciones lo justifiquen, para lo cual en la ubicación ha evaluarse se debe considerar la disponibilidad de terrenos adyacentes adecuados.

7) POBLACIÓN.

Cercanía a una ciudad o poblado existente y el número de habitantes a la que se beneficiará con la instalación del puerto. Cuando se trate de evaluar varias alternativas se elegirá la que tenga mayor población.



Embarcadero construido cerca de un poblado existente

8) INFRAESTRUCTURA.

Las infraestructuras de apoyo que se tienen en los alrededores del puerto, que dan facilidades de servicios tales como agua, desagüe, energía, y comunicaciones.

9) PRODUCCIÓN.

El intercambio de mayores volúmenes de productos agrícolas, transacciones comerciales, industrias, comercio, etc. que hay en la zona.



Comercio en la zona

En conclusión la ubicación de un embarcadero o terminal fluvial en la amazonía peruana debe seleccionarse en una zona estable del río de tal modo que garantice la operatividad permanente en cualquier época del año, libre de problemas asociados a los cambios morfológicos del curso que pudieran dificultar o paralizar su funcionamiento.

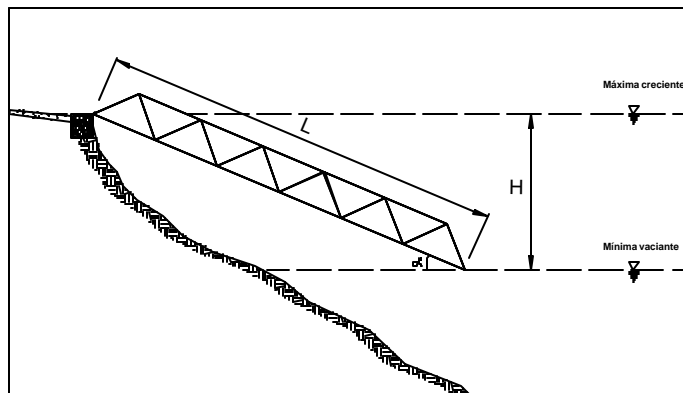
La gran mayoría de los ríos amazónicos se caracterizan por presentar en la mayor parte de los casos un comportamiento variable con el tiempo: se desarrollan a lo largo de tierras planas e inundables; generan meandros y estirones; crean y eliminan islas como resultado de la constante dinámica de transporte de sólidos que se desarrolla en sus modalidades de arrastre y suspensión; erosionan laderas y partes externas de las curvas, mientras que depositan material en las partes internas de éstas; lo ideal es encontrar una zona libre de estos problemas, con laderas altas y estables sin que hayan presentado cambios en el tiempo.

DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL PUENTE

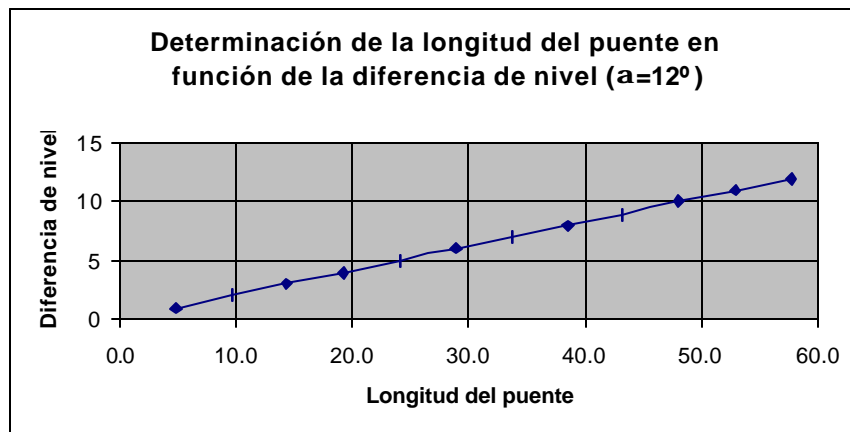
Parámetros de diseño	Velocidad de diseño (m/s).	Pendiente del puente	Diferencia de niveles (m)	Longitud del puente (m)	Nave de diseño	Río
Terminal Fluvial de Yurimaguas	1.75	14	8	33.4	1000 TRB	Huallaga
Embarcadero Fluvial de San pablo	2.70	12	9-10	50	200 TRB	Amazonas
Embarcadero fluvial de Contamana	1.60	15	11-12	40	2000 tn	Ucayali
Embarcadero fluvial de Mazán	2.22	-	7.5	-	150 TRB	Napo

Después de haber analizado la funcionalidad de los embarcaderos construidos en nuestra amazonía, elegimos el tipo pontón muelle más puente basculante por ser una infraestructura que mejor se adecua a la variación del nivel del río y a la vez nos permite recupera casi la totalidad de la infraestructura en río.

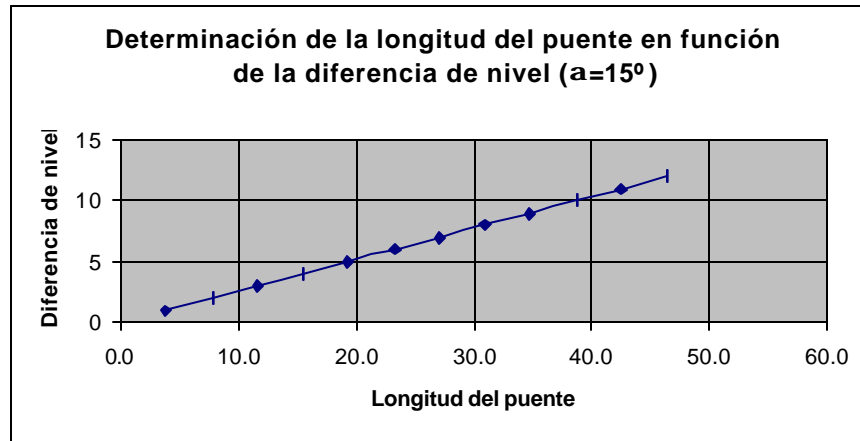
El principal parámetro a calcular de este tipo de infraestructura flotante es la determinación de la longitud del puente basculante, que está en función de la diferencia de niveles (valor obtenido de la máxima creciente menos la mínima vaciante) y de la pendiente que forma el puente con la horizontal del espejo de agua (valor que se estima entre 12° a 15° , para que no existan problemas para el tránsito de los peatones).



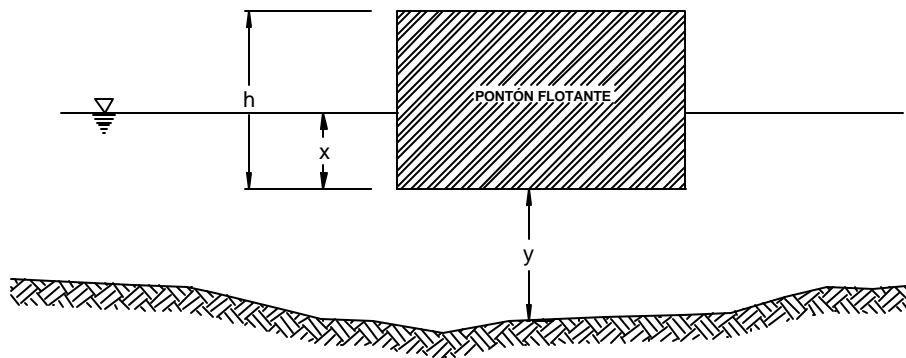
En los siguientes cuadros se muestra la forma de determinar la longitud del puente teniendo la diferencia de los valores extremos.



Se recomienda utilizar una pendiente máxima de 15° para el cálculo de la longitud del puente.



CONDICIONES DE FLOTABILIDAD



La altura de agua (x) a la que queda sumergida el pontón flotante está en función del peso de la estructura flotante y el rango en el que se encuentra este valor está entre $1/6 - 1/3$ del calado del pontón (h).

La altura (y) se estima entre 1-2 m a partir del nivel de mínima vaciante, lo que nos garantizará condiciones de flotabilidad de la estructura flotante cuando descienda el nivel de las aguas del río.

5.2 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Para las consideraciones ambientales se requiere:

- Identificar y evaluar los impactos potenciales que se puedan generar como consecuencia de las acciones humanas sobre el medio ambiente y plantear cuando sea apropiado las formas de mitigar estas acciones.
- Ubicar las instalaciones en tierra y las de río en una zona en las que los impactos directos asociados con la construcción del embarcadero tales como la generación de polvos, erosión, disposición de residuos, eliminación de flora nativa, contaminación del agua, dragado del subsuelo, alteración de la biota y afectación de las viviendas sean menores.
- Realizar una evaluación de impacto ambiental ya sea utilizando el método denominado de matrices causa-efecto valorada o algún otro método alternativo. Esta matriz de evaluación se basa en la valoración cuantitativa relativa de una serie de parámetros, los cuales al final de una operación sencilla matemática nos da el Impacto total, generados en cada uno de los factores ambientales contemplados en cada una de las etapas del proyecto.

Interpretando los resultados de las matrices en la fase de construcción, operación y mantenimiento se deben de plantear planes de manejo ambiental que se halla conformado por una serie de acciones que tiene como fin la de evitar, reducir o remediar cualquier efecto adverso significativo que el desarrollo del proyecto pueda generar, de igual forma incluye el monitoreo o Plan de control o seguimiento, en plan de contingencia, plan de cierre del Proyecto y lineamientos para un programa de acción social.

Medidas de mitigación

Los principales impactos ambientales negativos que actúan sobre el área de influencia del proyecto, se centran en la pérdida de la vegetación y fauna, deterioro de la calidad de agua, pérdida de la productividad y uso potencial del suelo y modificación del régimen. En el plan de Mitigación de Impactos Potenciales Negativos a elaborarse se incluirán el medio afectado, tipo de impacto o alteración, los indicadores de impacto y las medidas correctivas a aplicarse.

Plan de Seguimiento o Control

El propósito del monitoreo ambiental es el de examinar y controlar los impactos principales negativos que se produzcan en la construcción del embarcadero fluvial.

Los principales parámetros ambientales que deberán ser controlados son el agua, fauna acuática y la disposición de los materiales dragados.

El agua deberá ser controlada en los aspectos de temperatura, transparencia, Ph, oxígeno disuelto (DO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), cloruros sulfatos, nitratos, tierra, cadmio, mercurio, etc.

Los parámetros de la fauna acuática a considerar son el plancton, bento, necton.

Plan de contingencia

El plan de contingencia tiene por objeto establecer las acciones que se deben de ejecutar para prevenir o controlar riesgos ambientales o posibles accidentes y desastres que se puedan producir en las instalaciones del embarcadero fluvial y su área de influencia.

Los principales riesgos ambientales a considerar en un proyecto son la inundabilidad, riesgo sísmico, fenómenos geodinámicos externos y dinámica fluvial.

Plan de cierre

El plan de cierre que deberá de diseñarse para establecer las acciones a realizar cuando se culmine la operación y funcionamiento del embarcadero o cuando se requiera paralizarlo temporalmente para su limpieza.

El plan de cierre deberá incluir las siguientes consideraciones:

- Infraestructura civil: oficinas, muelle flotante, caminos de acceso, etc.
- Estaciones hidrométricas y demás servicios
- Almacenes
- Equipos y maquinarias

VI. DESCRIPCIÓN Y PARÁMETROS DE DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA.

6.1.0 SELECCIÓN DEL TIPO DE EMBARCADERO PARA LA LOCALIDAD DE CABO PANTOJA.

En base a la experiencia comprobada que se tiene sobre los embarcaderos construidos en la amazonía peruana y después de haber analizado los tipos de embarcaderos, se ha elegido para la localidad de Cabo Pantoja el embarcadero tipo pontón-muelle más puente basculante

El concepto del embarcadero diseñado permitirá recuperar casi la totalidad de la inversión realizada, en el caso de que se desee cambiar de localización al embarcadero por variaciones ocurridas en el cauce del río o buscando una mejor posición estratégica. Sin embargo cabe mencionar que la posición geométrica actual del embarcadero sólo es válida para la configuración topográfica, geotécnica e hidráulica estudiada. De cambiar la ubicación, se deberá efectuar un previo estudio del nuevo emplazamiento para efectuar las modificaciones pertinentes.

Los catamaranes que componen el muelle flotante, han sido diseñados para condiciones de viento, condiciones hidrodinámicos (de velocidad del agua en el río), de atraque de embarcaciones y de atraque de palizadas con el fin de procurar que el diseño de las estructuras de acero y los cables de amarre tengan las seguridades mínimas exigidas por el American Shipping Board.

En el desarrollo del proyecto se ha tenido en cuenta utilizar al máximo la mano de obra y materiales locales.

6.2.0 ELECCIÓN DE LA UBICACIÓN DEL EMBARCADERO: TOPOGRAFÍA, BATIMETRÍA, SUELOS Y CANTERAS.

La zona más adecuada para la ubicación del embarcadero ha sido en las proximidades del poblado de Cabo Pantoja, dentro de la guarnición militar; con la finalidad de aprovechar las facilidades y accesos que se tienen a otras localidades, brindando comunicación a un área mayor.

6.2.1 Topografía.

La localidad de Cabo Pantoja se encuentra sobre una cota, donde el río nunca alcanza a inundar.

La inclinación de los taludes de ambas riberas es diferente. El talud de la ribera izquierda es muy escarpado, mientras que en la ribera derecha la inclinación del

talud es bastante suave, presentando en esta época de estiaje un arenamiento pronunciado.



Vista lateral del futuro embarcadero de cabo Pantoja, desde aguas abajo

6.2.2 Batimetría.

Se realizó un levantamiento batimetría que cubre un área de 200 metros paralelos a la orilla y 100 metros hacia adentro del río.



Levantamiento batimétrico en la zona del futuro embarcadero

6.2.3 Suelos.

El perfil del subsuelo es sensiblemente homogéneo y consiste de una capa superior de suelos cohesivos blandos, que en las perforaciones efectuadas llega hasta profundidades comprendidas entre 2.80 y 3.15 m con respecto a la superficie del terreno.

A continuación se pueden encontrar una sucesión de estratos o bolsones de material fino consistentes en limos y arcillas de mediana a alta plasticidad, de consistencia medianamente compacta, encontrándose en el caso de la perforación P-2, un estrato de lignito, que frecuentemente se presenta en la división de los horizontes del Cuaternario y Terciario. Estos materiales se encuentran en forma variable entre 4.70 y 6.50 m de profundidad.

Finalmente, a partir de dichas profundidades se encontró un depósito de arcillas y limos inorgánicos de color azul verdoso, cuya consistencia varía entre dura a muy dura, con valores de penetración estándar generalmente mayores a 100. este depósito se extiende más allá del límite de la profundidad investigada y presenta en algunos casos pequeños estratos de arenas arcillosas o limosas.

Ver Láminas con perfiles de suelos y ensayos de penetración.

Las riberas de la guarnición Cabo Pantoja posee estructuras arcillosas naturales de color oscuro muy consolidadas, las que pertenecen a elevaciones del terciario, que representan la mejor garantía contra la erosión fluvial del río Napo.



Talud conformado por una arcilla muy dura del terciario

6.2.4 Condiciones de cimentación

Por simple inspección de los perfiles y los valores de penetración, se puede concluir en que las estructuras de tierra del embarcadero, tendrán condiciones óptimas de cimentación en forma superficial, lo que descarta la cimentación por pilotes. Los cortes para alcanzar los estratos portantes, no son significativos (entre 4 y 6 m), por lo que se orientarán los diseños a este tipo de estructuras ubicadas sobre cortes alcanzando los estratos portantes, adecuados para cimentación.

6.2.5 Canteras

La cantera a utilizar deberá producir un agregado para la elaboración de mortero. Las especificaciones técnicas de dicho agregado se desarrollan en el acápite de Especificaciones Técnicas.

La cantera estudiada presenta una arena media, que muestra características apropiadas para el mortero. Se ubica a unos 500 m frente al poblado civil de Cabo Pantoja y es parte de una playa formada por la deriva del río Napo.

Cabe mencionar que la mejor época para la extracción del material de cantera es el de estiaje.

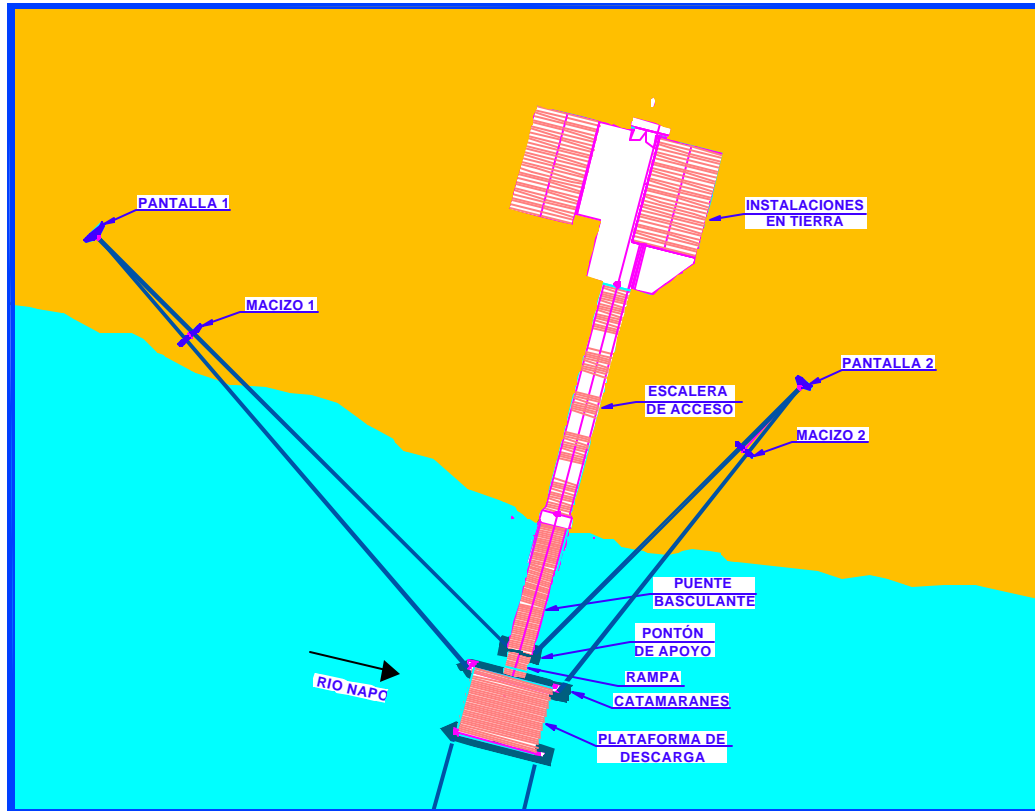
6.3.0 DESCRIPCION DEL EMBARCADERO PROPUESTO

El embarcadero tipo Pontón-muelle más puente basculante elegido, facilitará el atraque de diversas embarcaciones desde las artesanales llamadas peque-peque hasta motonaves de 150 toneladas de carga útil. El embarcadero propuesto tiene los siguientes elementos que lo conforman:

- Puente basculante con su estribo de apoyo fijado en tierra y un pontón de apoyo en el lado del río.
- Muelle flotante con dos catamaranes de flotación y una plataforma de embarque y desembarque que va sobre ellos.
- Pantallas y Macizos de anclaje en tierra, para mantener sujetos los cables del puente basculante y del catamarán que tiene el embarcadero.
- Ancas en el fondo del río; las ancas son bloques de acero y concreto fondeados en el lecho del río, conectados por cables y cadenas al muelle flotante para proveer una fuerza río adentro que compense la fuerza de los cables anclados en tierra.
- Instalaciones en tierra. El área se distribuye de la siguiente manera: por el lado del muelle hacia las instalaciones existirá una entrada y sala de espera; y por el lado Pueblo hacia las Instalaciones una entrada con una zona para la carga y

descarga, una oficina de administración, un depósito, una oficina de vigilancia, servicios higiénicos y un cuarto de limpieza.

- Escaleras de acceso para conectar el Muelle con las instalaciones en tierra.



Embarcadero propuesto

Se describe a continuación los elementos de la infraestructura portuaria sin considerar las instalaciones en tierra:

a) **Puente de Conexión a Tierra**

El acceso a tierra del Embarcadero se efectúa a través de un puente basculante de 3 m de ancho por 15 m de longitud, exclusivo para el tránsito peatonal y la descarga de productos en forma artesanal; el puente está fijado a tierra mediante un estribo de mortero armado y apoyado en el río sobre un pontón de apoyo.

El puente basculante para adaptarse a las fluctuaciones del nivel del río se ha diseñado como una estructura del tipo reticulado; los elementos resistentes son la bridas superiores, bridas inferiores y diagonales. Se han colocado viguetas de acero del tipo canal U C4 X 5.4 para el soporte de la superficie de tránsito, las

que están dispuestas perpendicularmente y que está conformada por tablonces de madera de 2" de espesor; para el soporte de las viguetas y perpendiculares a las cerchas se han dispuesto vigas de acero del tipo W5 x 19. Como arriostres para los elementos, en la parte inferior del reticulado bajo las cerchas, se han colocado ángulos estructurales en forma diagonal y perpendiculares a estas.

Cargas de diseño

Para el diseño del puente basculante se han considerado las siguientes cargas: una sobrecarga de 500 Kg/m² (condición mas crítica que la carga sugerida por la CPM), las cargas del peso propio del puente, viento sobre la estructura y las cargas de los cables de pretensado sobre el puente.

Apoyos del puente

Se han diseñado apoyos especiales para el movimiento de giro que tendrá el puente basculante, dependiendo del nivel del río. El apoyo en el estribo es del tipo fijo basculante con posibilidad de giro en el plano vertical, con una parte anclada en el estribo y otra parte unida mediante pernos a la base del puente; los apoyos contarán con cojinetes y materiales lubricantes sólidos, apropiados para el trabajo en contacto con agua. Dado que existe una separación entre el extremo del puente y el muro de concreto del estribo, se ha colocado una cubrejunta formada por planchas de acero, la cual está articulado en un extremo en el estribo y el otro se deslizará sobre el puente. Para el otro terminal del puente, en el pontón de apoyo, se ha colocado un mecanismo de apoyo fijo sobre la cubierta de éste y el acceso al muelle flotante se realiza a través de una rampa de acceso, que está articulado en el puente y su extremo se apoya en forma deslizante sobre la plataforma de descarga.

Pontón de Apoyo

El Pontón de Apoyo es una estructura metálica compuesta de perfiles y planchas de acero, que tiene como dimensiones generales 5.276 m de largo, 2.50 m de ancho y 1.50 m de profundidad.

La cubierta contará con facilidades para el emplazamiento de los componentes necesarios para los apoyos del puente basculante, bitas, tubos de ventilación y escotillas de acceso hacia la bodega interior para inspecciones y mantenimiento interno. Para los puntos donde se concentren altas solicitaciones de carga se contará con refuerzos interiores.

b) **MUELLE FLOTANTE.**

Descripción General.

El embarcadero fluvial de Cabo Pantoja está configurado esencialmente como una estructura flotante compuesta por dos catamaranes y una plataforma de descarga que va sobre ellos para ser utilizada como muelle. El muelle flotante está asegurado mediante sistemas de anclajes a la ribera y al lecho del río. Estos sistemas de anclaje permitirán atender las solicitudes de carga sobre el muelle flotante debido a las fuerzas de arrastre del río y a las fuerzas originadas por la presión del viento. Estos anclajes tendrán la longitud, disposición y componentes apropiados para que el muelle pueda adecuarse a las variaciones de los niveles del río; que de manera extraordinaria puede alcanzar un desnivel de hasta 4m entre las condiciones de máxima creciente y mínima vaciante.

El acceso al muelle flotante se efectuará mediante un puente basculante, el cual en un extremo se apoya en el estribo en tierra y en el otro sobre un pontón de apoyo. Los apoyos del estribo serán de tipo articulado para permitir el giro vertical del puente e irán unidos a la base del puente y anclados en el estribo. Los apoyos sobre el pontón de apoyo también son de tipo articulado y están fijados sobre la cubierta. El puente tendrá cables de anclaje pretensados a la ribera en las posiciones indicadas respecto al eje de bisagra de los apoyos del puente al estribo de concreto. Para cubrir el espacio vacío entre el estribo y el puente se ha dispuesto unas cubrejuntas metálicas y para cubrir el espacio entre el extremo del puente y la cubierta del muelle flotante se contará con una rampa de acceso.

Los anclajes del muelle flotante y del puente basculante a la ribera están compuestos a su vez de anclajes superficiales, compuestos por cables, cadenas y demás dispositivos de unión y tensado, que irán desde las pantallas de anclaje pasando sobre los macizos de concreto hacia las placas de amarre previstas en el puente y el muelle flotante. Parte de los sistemas de anclaje van enterrados en tierra, específicamente entre las pantallas de anclaje y los macizos.

Descripción de los Componentes.

El Muelle flotante está compuesto por dos catamaranes que tiene como dimensiones generales 14.175 m de largo, 2.50 m de ancho y 1.50 m de profundidad. Los catamaranes han sido concebidos como estructuras metálicas compuestas de perfiles y planchas de acero, con una proa de forma triangular a fin de que las aguas del río puedan fácilmente contorneear la estructura y que ésta

ofrezca la menor resistencia posible, además de posibilitar el paso del maderamen producto de las palizadas propias en la temporada de creciente.

La cubierta contará con facilidades para el emplazamiento de los componentes necesarios para el apoyo de la plataforma de descarga, rampa de acceso, el amarre de los anclajes y otros accesorios; tales como bitas, tubos de ventilación y escotillas de acceso hacia las bodegas de los catamaranes para inspecciones y mantenimiento interno. Complementariamente deberán contar con refuerzos interiores en los puntos donde se concentren altas solicitaciones de carga.

Sobre los catamaranes se instalará una plataforma de descarga de tipo reticulado, elaborada con vigas W 8 x 48 y arriostradas con vigas W 6 x 15. La plataforma es de madera tratada del tipo A. Esta plataforma tiene una capacidad de carga total de 30 Tn.

Los sistemas de anclaje a la ribera comprenden todos los elementos necesarios para fijar el puente basculante y el muelle flotante hacia los macizos de anclaje en la ribera. Los sistemas de anclaje comprendidos son:

- Cables de anclaje del puente basculante
- Cables de anclaje del muelle flotante, lado de proa
- Cables de anclaje del muelle flotante, lado de popa

Los sistemas de anclaje serán instalados en el emplazamiento mostrado en los planos, lo que permitirá asegurar el muelle flotante y el puente basculante.

El sistema de anclaje del Puente Basculante comprende dos anclajes a la ribera que se complementan a los apoyos del puente en el estribo de mortero armado. Cada anclaje comprende articulaciones de acero, cables de acero, tensores, argollas, cadenas de transición, elementos de acople directo a cables que permiten transmitir las cargas a las pantallas de mortero enterradas. Se emplearán cables de acero mejorado con alma de fibra de $f_{3/4}$ ".

El anclaje del muelle flotante del lado de proa comprende articulaciones de acero, cables de acero, tensor, elementos de acople directo (mediante argollas, grilletes y una cadena de transición) a un cable que permite transmitir la carga a una pantalla de mortero enterrada, la misma que también sirve para uno de los anclajes del puente. Se empleará cable de acero mejorado con alma de fibra $f_{1\frac{1}{4}}$ ".

Los sistemas de anclaje al río comprenden todos los elementos necesarios para fijar el muelle flotante hacia el lecho del río. Estos sistemas de anclaje serán instalados de acuerdo a la posición mostrada en los planos, para asegurar el muelle flotante. En cada anclaje se contará con un tecla de 10 Tn. El sistema de

anclaje al río está compuesto por un ancla de 15 Tn de capacidad, cable de acero mejorado con alma de fibra $f' 1''$, cadena de acero de $f' \frac{3}{4}$ grado U2, argollas, grilletes, polea guía de cadena, estopor y cáncamo. El anclaje de lado de popa es similar al anclaje de lado de proa y solo difiere en las longitudes del cable y del tensor.

Se diseñó pantallas enterradas y macizos de apoyo, debido a la configuración del terreno y para evitar realizar grandes movimientos de tierra a fin de mantener libres los cables de anclaje. En el tramo entre la pantalla enterrada y el macizo de apoyo, los cables y complementos irán enterrados y se protegerán de la corrosión mediante un forro de yute y una cubierta de tipo asfáltica.

El muelle flotante contará con un sistema de defensa para amortiguar el efecto de los impactos que se produzcan sobre el muelle durante el acoderamiento de las embarcaciones. Este sistema estará fijado sólidamente en el catamarán sin afectar su hermeticidad. El alcance del suministro comprende elementos amortiguadores de impacto, cables y grapas para la suspensión de los amortiguadores, así como todos los complementos necesarios para su fijación.

También se ha previsto dotar al muelle flotante de un sistema de señalización nocturna, compuesto por un panel solar de 75 W, una batería cerrada libre de mantenimiento de 12 V y lámpara con controlador fotovoltaico de 8 A.

c) PANTALLAS Y MACIZOS.

Estructuración.

La pantalla de anclaje es un elemento de mortero armado y ha sido concebida de tal manera que el empuje pasivo generado por la tensión de los cables, sea suficientemente mayor que dicha tensión. El macizo es una estructura de mortero armado analizado como un muro de gravedad y su finalidad es de apoyo y nivelación de los cables que sujetan al puente basculante y al muelle flotante.

Los trabajos de excavación a efectuarse para la construcción de los macizos y el estribo del puente deberán de planificarse de tal manera que no disturben el suelo natural que se encuentra adyacente a los muros laterales y frontal hacia el río. Los procedimientos deberán considerar el bombeo permanente del agua, así como las medidas de seguridad correspondientes.

Para el caso de las pantallas, los trabajos de excavación deberán efectuarse de tal manera que no disturben el suelo natural que se encuentra detrás de las mismas. La excavación para dichos muros deberá tener la inclinación indicada

en los planos y seguir el mismo procedimiento descrito anteriormente antes de proceder con el vaciado de los mismos.

El relleno de las zanjas para cables entre las pantallas de anclaje y macizos se efectuará de acuerdo a lo indicado en los planos y en las especificaciones técnicas.

6.4.0 NORMAS Y ANÁLISIS DE DISEÑO.

Las estructuras de soporte del puente basculante, plataforma, pontón de apoyo y catamaranes están calculadas según las Normas del American Institute of Steel Construction en lo referente a la colocación de vigas y refuerzos de acero, cálculos de los mismos, elementos de conexión, etc.

Las soldaduras serán efectuadas de acuerdo a las recomendaciones de la American Welding Society.

La plataforma transitables del puente y plataforma del muelle, serán construidas con madera de calidad dura de la localidad, debiéndose instalar en general tablones de 10" x 2", soportados adecuadamente con viguetas de acero que se apoyen en las estructuras principales.

Las pantallas de anclaje soportan el empuje pasivo de la arena producto de la acción de la tensión de los cables. Los macizos son analizados como muros de gravedad sujetos a empuje activo, peso propio y peso de la arena que carga.

Las pantallas y los macizos han sido diseñados de acuerdo con la Norma de Concreto Armado E – 060 Reglamento Nacional de Construcciones.

6.5.0 PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el Proyecto se han tenido en cuenta los siguientes valores:

- ☑ **Nave de diseño:** Chata de 150 tn. de capacidad.
Tamaño máximo de embarcaciones a recibir en el embarcadero: 12 m. de eslora x 6 m. de manga.
- ☑ **Velocidad media del río:** $V_m = 8 \text{ Km} / \text{hora} \text{ (} 2.5 \text{ m} / \text{seg.} \text{)}$
- ☑ **Velocidad máxima del viento:** $V_{m\acute{a}x.} = 95 \text{ Km} / \text{h.}$ (ver mapa eólico).
- ☑ **Capacidad portante:**
En los macizos y pantallas: $C_p = 4 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
- ☑ **Diferencia de nivel entre creciente y vaciante:** 4 a 5 m.
- ☑ **Palizada de diseño:** Área de 15 m. de ancho x una altura de 1,5 m.
- ☑ **Carga viva sobre el Puente Basculante:** $500 \text{ Kg} / \text{m}^2$.
- ☑ **Pendiente máxima transitable en el Puente Basculante:** 25%
- ☑ **Dimensiones básicas del muelle de atraque:**
Conformado por 2 catamaranes de 14.465 m. x 2.50 m. c/u. y por 10 m. de manga.
- ☑ **Plataforma de descarga:**
Dimensiones: 9.60m. x 10.55 m. $500 \text{ Kg} / \text{m}^2$.

VII. PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO

PRESUPUESTO RESUMEN

AGOSTO 2005

CONSTRUCCIÓN DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA	
1.- OBRAS EN TIERRA	132,944.80
2.- OBRAS METAL MECÁNICAS	962,148.21
MONTO DEL PRESUPUESTO	1'095,093.01

SON: UN MILLÓN NOVENTA Y CINCO MIL NOVENTA Y TRES Y 01/100 NUEVOS SOLES

7.1.- PRESUPUESTO DE LAS OBRAS CIVILES EN RÍO

EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA					FECHA: AGOSTO 2005	
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Subtotal
A	OBRAS DE ANCLAJE EN TIERRA					
A 01	TRABAJOS PRELIMINARES					
A 01.01	Trazo y repalmeo inicial y durante la ejecución de las obras	m2	1,400.00	7.00	9,800.00	9,800.00
A 02	ESTRIBO DEL PUENTE					
A 02.01.00	Excavación a mano, en terreno normal para estribo de puente	m3	18.00	36.00	648.00	
A 02.02.00	Relleno compactado con material de préstamo (arena) en estribo de puente, pantalla y zanja para cables	m3	9.00	35.50	319.50	
A 02.03.00	Eliminación de material excedente a 500 m	m3	19.00	12.00	228.00	
A.02.04.01	Capa de arena e=50 mm.	m2	7.00	3.50	24.50	
A.02.04.02	Mortero f'c= 10 Mpa, para pañeteo de paredes verticales e inclinadas por excavación: e=10 mm.	m2	25.00	156.00	3,900.00	
A.02.04.03	Mortero f'c= 10 Mpa, para solado	m3	0.50	185.00	92.50	
A.02.04.04	Mortero f'c= 20 Mpa, para losa de estribo	m3	2.00	400.00	800.00	
A.02.04.05	Mortero f'c= 20 Mpa, para muros del estribo	m3	3.00	415.00	1,245.00	
A.02.04.06	Encofrado normal y desencofrado para muros de estribo	m2	18.00	21.00	378.00	
A.02.04.07	Acero de refuerzo grado 60 f'y=420 Mpa	Kg	330.00	4.00	1,320.00	8,955.50
A 03	MACIZO 1 Y PANTALLA 1					
A 03.01.00	Excavación a mano en terreno normal para macizo 1 y pantalla 1	m3	120.00	36.00	4,320.00	
A 03.02.01	Relleno compactado con materia propio seleccionado e=800 mm	m3	28.00	13.00	364.00	
A 03.02.02	Relleno compactado con material de préstamo (arena) en macizo 1, pantalla 1 y zanja para cables	m3	78.00	35.50	2,769.00	
A 03.03.00	Eliminación de material excedente a 500 m	m3	145.00	12.00	1,740.00	
A 03.04.01	Capa de arena e=50 mm.	m2	9.00	3.50	31.50	
A.03.04.02	Mortero f'c= 10 Mpa, para pañeteo de paredes verticales e inclinadas por excavación: e(mín)=10 mm.	m2	22.00	5.00	110.00	
A.03.04.03	Mortero f'c= 10 Mpa, para solado	m3	1.50	185.00	277.50	
A.03.04.04	Mortero f'c= 20 Mpa, para losa de macizo 1	m3	4.00	345.00	1,380.00	
A.03.04.05	Mortero f'c= 20 Mpa, para muros de macizo 1	m3	7.00	415.00	2,905.00	
A.03.04.06	Mortero f'c= 20 Mpa, para pantalla 1	m3	5.50	440.00	2,420.00	
A.03.04.07	Encofrado normal y desencofrado para muros de macizo 1	m2	12.50	21.00	262.50	
A.03.04.08	Encofrado caravista y desencofrado para muros de macizo 1	m2	14.00	22.00	308.00	
A.03.04.09	Encofrado normal y desencofrado para pantalla 1	m2	13.00	23.00	299.00	
A.03.04.10	Acero grado 60 f'y=420 Mpa	Kg	590.00	4.00	2,360.00	
A.03.04.11	Tubo PVC DN=3" y L=600 mm. para drenaje, inc forro de geotextil	Unid	10.00	28.00	280.00	
A.03.04.12	Letrero para señalización de protección de pantalla de anclaje y cable	Unid	1.00	240.00	240.00	20,066.50
A 04	MACIZO 2 Y PANTALLA 2					
A 04.01.00	Excavación a mano en terreno normal para macizo 2 y pantalla 2 según planos	m3	58.00	36.00	2,088.00	
A 04.02.01	Relleno compactado con materia propio seleccionado e=800 mm	m3	18.00	13.00	234.00	
A 04.02.02	Relleno compactado con material de préstamo (arena) en macizo 2, pantalla 2 y zanja para cables	m3	48.00	35.50	1,704.00	
A 04.03.00	Eliminación de material excedente a 500 m	m3	70.00	12.00	840.00	
A 04.04.01	Capa de arena e=50 mm.	m2	6.00	3.50	21.00	
A.04.04.02	Mortero f'c= 10 Mpa, para pañeteo de paredes verticales e inclinadas por excavación: e(mín)=10 mm.	m2	13.00	5.00	65.00	
A.04.04.03	Mortero f'c= 10 Mpa, para solado	m3	1.00	185.00	185.00	
A.04.04.04	Mortero f'c= 20 Mpa, para losa de macizo 2	m3	3.00	345.00	1,035.00	
A.04.04.05	Mortero f'c= 20 Mpa, para muros de macizo 2	m3	4.00	415.00	1,660.00	
A.04.04.06	Mortero f'c= 20 Mpa, para pantalla 2	m3	3.00	440.00	1,320.00	
A.04.04.07	Encofrado normal y desencofrado para muros de macizo 2	m2	15.00	21.00	315.00	
A.04.04.08	Encofrado caravista y desencofrado para muros de macizo 2	m2	5.00	22.00	110.00	
A.04.04.09	Encofrado normal y desencofrado para pantalla 2	m2	3.00	23.00	69.00	
A.04.04.10	Acero de refuerzo f'y=420 Mpa	Kg	520.00	4.00	2,080.00	
A.04.04.11	Tubo PVC DN=3" y L=600 mm. para drenaje, inc forro de geotextil	Unid	10.00	28.00	280.00	
A.03.04.12	Letrero para señalización de protección de pantalla de anclaje y cable según plano	Unid	1.00	600.00	600.00	12,606.00
A 05	ESCALERAS DE ACCESO					
A.05.01.00	Excavación a mano en terreno normal para escaleras	m3	186.00	32.00	5,952.00	
A.05.02.01	Eliminación de material excedente a 500 m	m3	186.00	12.00	2,232.00	
A.05.02.02	Capa de arena e=100 mm.	m2	50.00	3.50	175.00	
A.05.03.01	Mortero f'c= 17 Mpa, para losa de escalera de acceso	m3	20.00	360.00	7,200.00	
A.05.03.02	Bruñas	m	63.00	5.00	315.00	
A.05.03.03	Acero de refuerzo f'y=420 Mpa	Kg	1,350.00	4.00	5,400.00	
A.05.03.04	Junta e=10 mm. relleno con mezcla asfáltica	m	18.00	14.00	252.00	
A.05.04.00	Encofrado normal y desencofrado para escalera de acceso	m2	50.00	21.00	1,050.00	22,576.00

EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA					FECHA: AGOSTO 2005	
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Subtotal
A 06	CUNETAS					
A.06.01.01	Encofrado caravista y desencofrado en canales	m2	15.00	22.00	330.00	
A.06.01.02	Mortero f'c= 17 Mpa, para cunetas	m3	1.50	360.00	540.00	
A.06.01.03	Acero de refuerzo f'y=420 Mpa	Kg	50.00	4.00	200.00	
A.06.01.04	Junta e=10 mm. relleno con mezcla asfáltica	m	3.00	14.00	42.00	1,112.00
A 07	SALIDAS DE DRENAJE					
A.07.01.00	Excavación en terreno normal para salida de drenaje	m3	6.00	32.00	192.00	
A.07.02.00	Eliminación de material excedente a 500 m	m3	6.00	12.00	72.00	
A.07.03.01	Mortero f'c= 17 Mpa, para apoyos de drenaje	m3	0.25	360.00	90.00	
A.07.03.02	Encofrado normal y desencofrado para salida de drenaje	m2	1.00	21.00	21.00	
A.07.03.03	Acero de refuerzo f'y=420 Mpa	Kg	10.00	4.00	40.00	
A.07.03.04	Junta e=10 mm. relleno con mezcla asfáltica	m	15.00	14.00	210.00	
A.07.04.01	Tubo para salida de drenaje	Und	2.00	100.00	200.00	
A.07.04.02	Abrazaderas y pernos de fijación	Jgo	6.00	55.00	330.00	1,155.00
COSTO DIRECTO						76,271.00
GASTOS GENERALES VARIABLES: 37.4841 % C.D.						28,589.50
GASTOS GENERALES FIJOS: 2.2327 %C.D.						1,702.90
UTILIDADES: 8% C.D.						6,101.68
SUB TOTAL						112,665.08
I.G.V. (19%)						20,279.71
TOTAL PRESUPUESTO						132,944.80

7.2.- PRESUPUESTO DE LAS OBRAS METAL MECÁNICAS

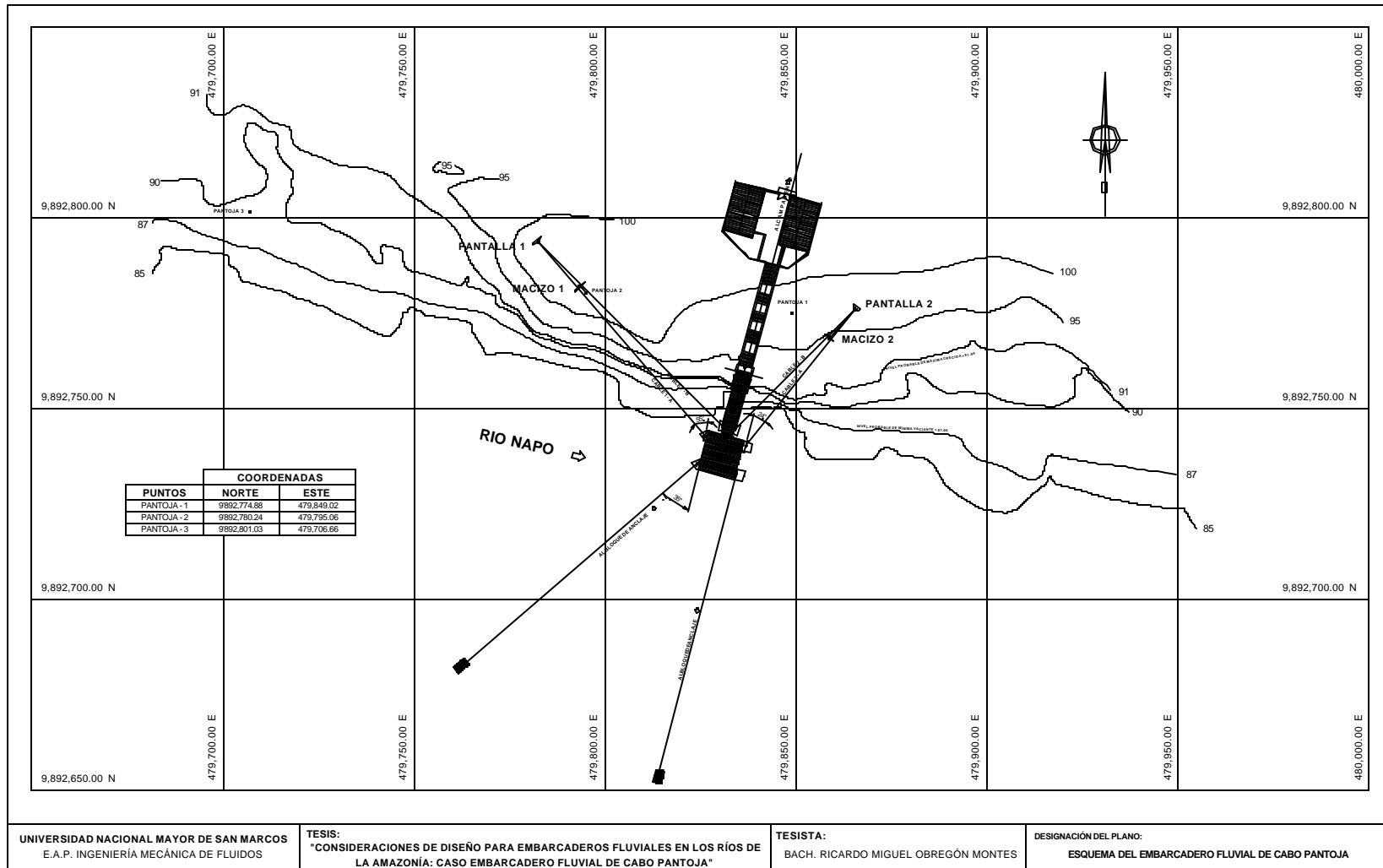
EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA					FECHA: AGOSTO 2005	
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Subtotal
B	PUENTE BASCULANTE					
B 01	PUENTE					
B 01.01.00	Suministro de materiales y fabrica pintura con silicato de zinc, acabado con pintura epóxica (S2) y ensamblaje	Kg	4,750.00	15.00	71,250.00	
B 01.02.00	Inst. del Puente Inc. ubic. del pue estribo, acomodo del pontón de apoyo en pos. final	Gbl	1.00	3,200.00	3,200.00	
B 01.03.00	Sum. e Instal. de Tablero de Pue 10" x 2.0" x2900mm y pernos de fijación.	p2	950.00	5.00	4,750.00	79,200.00
B 02	APOYOS DEL PUENTE					
B 02.01.01	Sum. y fab.de mecanismos Apoy de fijación del puente a apoyos	Jgo	1.00	3,000.00	3,000.00	
B 02.01.02	Sum. de mecanismos de Apoyo s	Jgo	1.00	2,000.00	2,000.00	
B 02.02.01	Instalación de Mecanismos de ap complemento de fijación del puente a los apoyos	Jgo	1.00	500.00	500.00	
B 02.02.02	Instalación de Mecanismos de ap	Jgo	1.00	450.00	450.00	5,950.00
B 03	CUBREJUNTAS Y RAMPAS DE ACCESOS					
B 03.01.01	Suministro de materiales p/fabrica	Jgo	1.00	2,500.00	2,500.00	
B 03.01.02	Sum. de materiales p/fabricación mecanismos de giro	Jgo	1.00	7,500.00	7,500.00	
B 03.02.01	Instalación de cubrejuntas	Jgo	1.00	250.00	250.00	
B 03.02.02	Instalación de Rampa de acceso	Jgo	1.00	350.00	350.00	10,600.00
C	MUELLE FLOTANTE					
C 01	PONTON DE APOYO					
C 01.01.01	Sum. de metieriales, fabric. de es Ponton de apoyo, Inc.arenado y pintura epóx. S1 (ext.) y S2 (int)	Kg	3,850.00	10.00	38,500.00	
C 01.01.02	Instalación del Pontón en su pos puente mediante anclajes temporales	Glb	1.00	1,500.00	1,500.00	40,000.00
C.02	CATAMARANES					
C 02.01.01	Sum. materiales y fab. de Estruct Catamaranes inc. arenado y pintura epóxica (S1) ext. Y (S2) int.	Kg	19,700.00	10.00	197,000.00	
C.02.01.02	Sum. de materiales y fabricación complementos de Catamarán inc. Bitas, ingresos, etc.	Kg	800.00	10.00	8,000.00	
C.02.01.03	Instalación de Catamaranes en s	Kg	1.00	1,700.00	1,700.00	206,700.00
C.03	DEFENSAS					
C.03.01.00	Sum. e instalación de defensa in sujeción	Unid	16.00	450.00	7,200.00	7,200.00
C.04	PLATAFORMA DE DESCARGA					
C.04.01.00	Sum. de materiales y fabric. de p epoxica S2 y ensamblaje	Kg	7,100.00	7.00	49,700.00	
C.04.02.00	Sum. e instalac. del tablero de la tablas de madera y pernos de fijación	p2	1,600.00	6.00	9,600.00	59,300.00
C.05	TRANSPORTE DE ELEMENTOS Y MATERIALES DEL EMBARCADERO IQUITOS-CABO PANTOJA					
C.05.01.01	Transporte de elementos y mater Iquitos- Cabo Pantoja	Glb	1.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00
D.0	ANCLAJES A LA RIBERA					
D.01	ANCLAJES DE PUENTE					
D.01.01.01	Sum. de mat. y fab. del sist. de a pantalla 1 lado proa según plano	Glb	1.00	7,500.00	7,500.00	
D.01.01.02	Sum. de mat. y fab. del sist. de a pantalla2 lado popa	Glb	1.00	6,300.00	6,300.00	
D.01.01.03	Instalación de sistemas de anclaj	Glb	1.00	1,200.00	1,200.00	15,000.00

D.02	pantallas inc. todos los dispositivos.					
	ANCLAJES DEL MUELLE FLOTANTE					
D.02.01.01	Sum. de mat. y fab. del sist. de a Macizo 1 y pantalla 1 lado proa	Glb	1.00	16,000.00	16,000.00	
D.02.01.02	Sum. de mat. y fab. del sist. de a Macizo 2 y pantalla 2 lado popa	Glb	1.00	14,000.00	14,000.00	
D.02.01.03	Instalación de cables de anclaje pantallas inc. todos los dispositivos de ensamblaje.	Glb	1.00	2,500.00	2,500.00	32,500.00
E	ANCLAJE AL RIO					
E.01.01.01	Suministro de materiales para fa Anclaje, incluye dispositivos de ensamble	Unid	2.00	19,900.00	39,800.00	
E.01.01.02	Instalacion del sistema de anclaje	Glb	1.00	3,400.00	3,400.00	43,200.00
F	SISTEMA DE SEÑALIZACION NOCTURNA					
F.01.01.00	Sum. e ins. del sistema de señal	Glb	1.00	4,300.00	4,300.00	4,300.00
H	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA OPERACION DEL EMBARCADERO					
H.01.01.00	Equipos y herramientas para ope	Glb	1.00	7,400.00	7,400.00	7,400.00

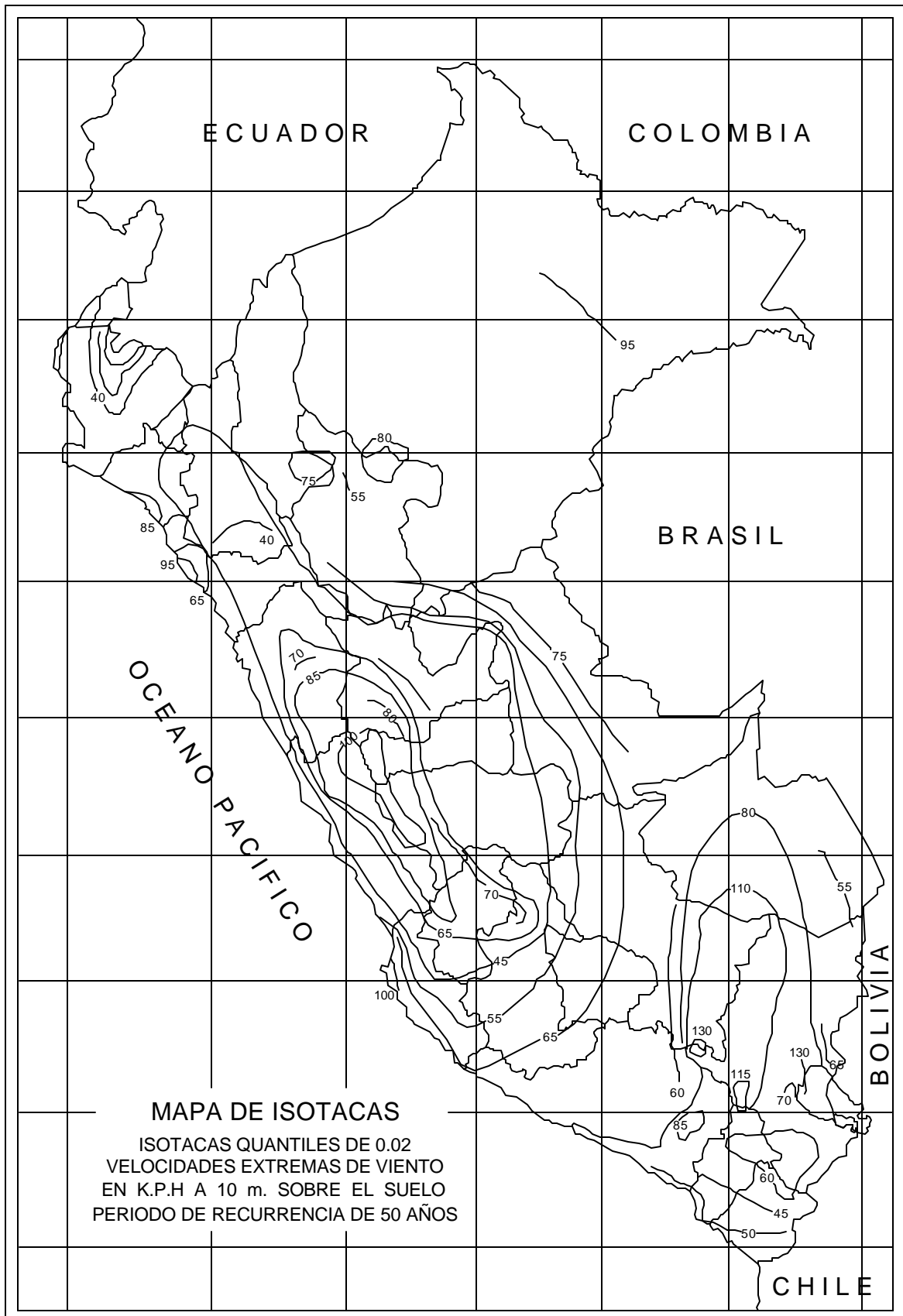
COSTO DIRECTO	547,350.00
GASTOS GENERALES VARIABLES: 37.4841 % C.D.	205,169.22
GASTOS GENERALES FIJOS: 2.2327 %C.D.	12,220.68
UTILIDADES: 8% C.D.	43,788.00
SUB TOTAL	808,527.90
I.G.V. (19%)	153,620.30
TOTAL PRESUPUESTO	962,148.20

VIII. DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA.

8.1 ESQUEMA DE CÁLCULO DEL EMBARCADERO PROPUESTO



MAPA DE ISOTACAS



8.2 CÁLCULO DE FUERZAS ACTUANTES EN EL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA

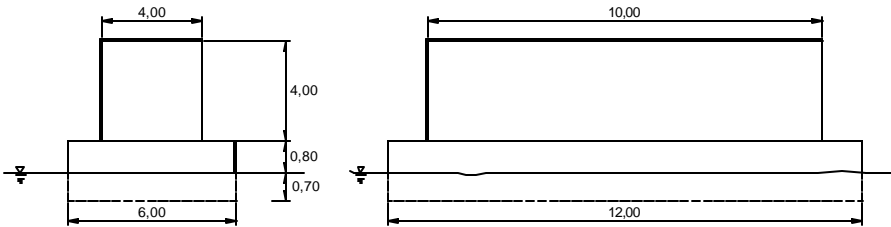
NAVE DE DISEÑO:

Este dato se obtiene del tráfico de carga y parque naviero hacia la localidad de Tamshiyacu

T.R.B	150 Tn
Eslora	12 m
Manga	6 m
Puntal	1.5 m

Se considera que sobre la nave de diseño se encuentra una carga con las siguientes dimensiones

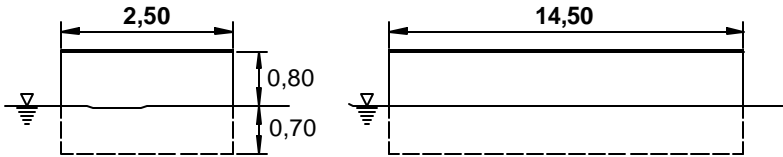
Eslora	10 m
Manga	4 m
Puntal	4 m



DATOS DE CALCULO PARA EL MUELLE FLOTANTE

- 1.- Se supone que el muelle y la barcaza para las condiciones extremas de carga, viento y la corriente del río; se encuentra hundido en el agua una 0.7 m
- 2.- Se tomará como medidas de los catamaranes, las siguientes dimensiones:

Eslora	14.5 m	Manga	M= 2.5 m	Puntal	H= 1.5 m
--------	--------	-------	----------	--------	----------



DETERMINACION DE AREAS TRANSVERSALES SUMERGIDAS

$A_{TS} = Mh$

Para el pontón muelle

$A_{TS} = 3.5 \text{ m}^2$

Para la nave de diseño

$A_{TS} = 4.2 \text{ m}^2$

DETERMINACION DE LAS AREAS LONGITUDINALES SUMERGIDAS

$A_{LS} = Eh$

Para el pontón muelle

$A_{LS} = 10.15 \text{ m}^2$

Para la nave de diseño

$A_{LS} = 8.4 \text{ m}^2$

DETERMINACION DE LAS AREAS TRANSVERSALES EXPUESTAS

$A_s = M(H - h)$

Para el pontón muelle

$A_{TE} = 4 \text{ m}^2$

Para la nave de diseño

$A_{TE} = 20.8 \text{ m}^2$

Para la nave de diseño también se considera el área expuesta de la carga

DETERMINACION DE LAS AREAS LONGITUDINALES EXPUESTAS

$A_l = E(H - h)$

Para el pontón muelle

$A_{LE} = 11.6 \text{ m}^2$

Para la nave de diseño

$A_{LE} = 49.6 \text{ m}^2$

En este caso, también se considera el área expuesta de la carga

PALIZADA DE DISEÑO SOBRE CADA CATAMARAN

Se considerará una fuerza producto de la acumulación de palizadas en un área de:

Ancho	9 m
Profundidad	1.5 m

Velocidad del río $V_R = 2.5 \text{ m/s}$

Determinación de la fuerza de palizada actuante sobre el muelle flotante

$F_{PAL} = 72V_R^2BP$

$F_{PAL} = 6075 \text{ kgf}$

ACCION DE LAS FUERZAS DEL RIO SOBRE EL MUELLE FLOTANTE Y LA NAVE

En la dirección de la corriente

Sobre el muelle flotante

$F_{RT} = 72V_R^2A_{TS}$

$F_{RT} = 1575 \text{ kgf}$

Acción sobre la nave de diseño $F_{TN} = 72V_R^2 A_{TS}$ $F_{RN} =$ 1890 kgf

ACCION DE LAS FUERZAS DEL VIENTO SOBRE EL PONTON MUELLE Y LA NAVE

Velocidad del viento $V_V =$ 95 km/h (Ver mapa eólico)

Fuerza de la acción del viento sobre una superficie:

Fuerza sobre el muelle en la dirección de la corriente $F_V = 0.004V_V^2 A_E$ $F_{VM \rightarrow} =$ 144.4 kgf

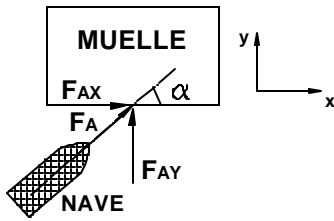
Fuerza sobre el muelle en la dirección transversal a la corriente $F_{VM \uparrow} =$ 418.76 kgf

Fuerza del viento sobre la nave en dirección de la corriente $F_{VN \rightarrow} =$ 750.88 kgf

Fuerza del viento sobre la nave en dirección transversal a la corriente $F_{VN \uparrow} =$ 1790.56 kgf

FUERZA DE ACODERAMIENTO DE LA NAVE

Embarcadero diseñado para naves de 150 Tn.



Masa de la nave de diseño $m = 1000TRB / g$ $m =$ 15291 kg

Velocidad de ataque 0.25 m/s

Angulo máximo de ataque 20 °

Se asumirá que el 50 % de la energía de impacto es absorbida por el sistema de defensa y el muelle y el otro 50% por la nave y el agua al rotar ella alrededor de su centro de masa como producto del impacto con el muelle.

Energía de ataque $E = 0.5(mV_A^2 / 2)$ $E =$ 238.91 kg-m

Esta energía se amortigua en el sistema de defensa del muelle, que está compuesto por paquetes de llantas, para el cual:

$d = 1/k =$ 0.015 m/Tn.

Así también la energía es proporcional a la fuerza y $E = F_A d$

Considerando que la fuerza de ataque sobre el sistema de defensa es proporcional a la elasticidad y distancia:

$F_A = kd \Rightarrow d = F_A / k$ reemplazando en la energía: $E = F_A^2 / k \Rightarrow F_A = \sqrt{E/d}$ $F_a =$ 3990.94 kgf

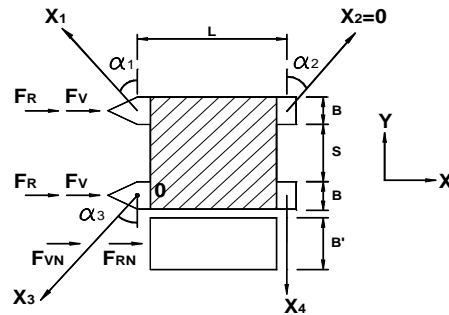
Esta fuerza se descompone en dos direcciones:

$F_{A \rightarrow} = F_A \cos 20^\circ$ $F_{A \rightarrow} =$ 3,750.26 kgf

$F_{A \uparrow} = F_A \sin 20^\circ$ $F_{A \uparrow} =$ 1,364.98 kgf

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTANTE

COMBINACION I: CHATA ATRACADA + RIO() + VIENTO()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 $F_R = 1575$ kgf
 $F_V = 144.4$ kgf
 $F_{RN} = 1890$ kgf
 $F_{VN} = 750.88$ kgf

$L = 12$ m
 $B = 2.5$ m
 $B' = 6$ m
 $S = 5.2$ m

Resultados:

$X_1 = 5,602.77$ kgf.
 $X_2 = 0.00$ kgf.
 $X_3 = 2,598.01$ kgf.
 $X_4 = 1,085.46$ kgf.

Ecuaciones de equilibrio:

Suma F_x $X_1 \sin \alpha_1 + X_3 \sin \alpha_3 = 2(F_R + F_V) + F_{VN} + F_{RN}$

Suma F_y $X_1 \cos \alpha_1 - X_3 \cos \alpha_3 - X_4 = 0$

Momento F $X_1 \sin \alpha_1 (S + B) - LX_4 = (F_R + F_V)(S + 0.5B) + (F_{VN} + F_{RN})(0.5B + 0.5B')$

Determinación de la matriz, considerando $X_2 = 0$

X_1	X_3	X_4	Libre
0.81915204	0.57357644	0	6079.68
0.57357644	-0.81915204	-1	0
6.30747074	0	-12	22313.87

Determinante del sistema = 8.38

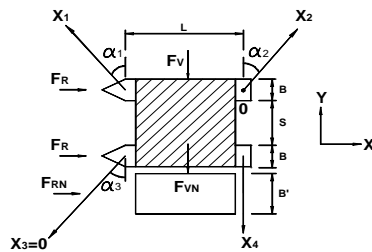
Determinante de $X_1 = 46,963.48$

Determinante de $X_3 = 21,776.98$

Determinante de $X_4 = 9,098.48$

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTANTE

COMBINACION II: CHATA ATRACADA + RIO() + VIENTO()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv() = 418.76 kgf
 Frn = 1890 kgf
 Fvn() = 1790.56 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 6,969.27 kgf.
 X2 = 1,644.54 kgf.
 X3 = 0.00 kgf.
 X4 = 3,290.45 kgf.

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx $X_1 \cos \alpha_1 - X_2 \cos \alpha_2 = 2F_R + F_{RN}$

Suma Fy $X_1 \sin \alpha_1 + X_2 \sin \alpha_2 - X_4 = F_V + F_{VN}$

Momento F $LX_1 \cos \alpha_1 = \frac{L}{2}(F_V + F_{VN}) + F_R(S + B) + F_{RN}(S + 1.5B + 0.5B')$

Determinación de la matriz, considerando X3 = 0

X1	X2	X4	Libre
0.81915204	-0.406736643	0	5040
0.57357644	0.913545458	-1	2209.32
6.88291724	0	0	47968.92

Determinante del sistema = 2.80

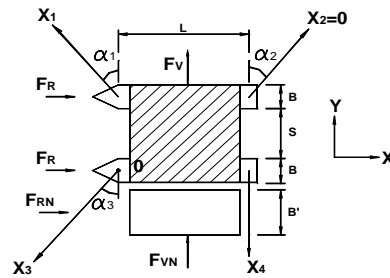
Determinante de X1 = 19,510.72

Determinante de X2 = 4,603.94

Determinante de X4 = 9,211.72

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTANTE

COMBINACION III: CHATA ATRACADA + RIO() + VIENTO()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv() = 418.76 kgf
 Frn = 1890 kgf
 Fvn() = 1790.56 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados

X1 = 4723.14 Kgf.
 X2 = 0.00 Kgf.
 X3 = 2041.63 Kgf.
 X4 = 3246.00 Kgf.

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx $X_1 \sin \alpha_1 + X_3 \sin \alpha_3 = 2F_R + F_{RN}$

Suma Fy $X_1 \cos \alpha_1 - X_3 \cos \alpha_3 - X_4 = -(F_v + F_{VN})$

Momento F $X_1 \sin \alpha_1 (S + B) - LX_4 = F_R (S + B) - \frac{L}{2} (F_v + F_{VN}) - F_{RN} \left(\frac{B}{2} + \frac{B'}{2} \right)$

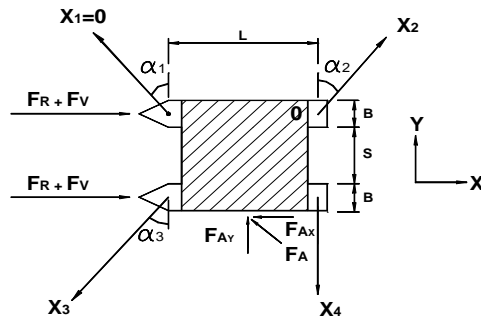
Determinación de la matriz, considerando X2 = 0

X1	X3	X4	Libre
0.81915204	0.573576436	0	5040
0.57357644	-0.81915204	-1	-2209.32
6.30747074	0	-12	-9160.92

Determinante del sistema = 8.38
 Determinante de X1 = 39,590.24
 Determinante X3 = 17,113.29
 Determinante de X4 = 27,208.56

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTANTE

COMBINACION IV: CHATA ATRACANDO + RIO() + VIENTO()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv = 144.4 kgf
 Fax = 3750.26 kgf
 Fay = 1364.98 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 0.00
 X2 = 8194.16
 X3 = 5267.66
 X4 = 4535.71

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx $X_2 \cos \alpha_2 - X_3 \cos \alpha_3 = F_{AX} - 2(F_R + F_V)$

Suma Fy $X_2 \sin \alpha_2 - X_3 \sin \alpha_3 - X_4 = -F_{AY}$

Momento F $X_3 [L \cos \alpha_3 - (S + B) \sin \alpha_3] = F_{AX} (S + 1.5B) + F_{AY} (0.5L) - (F_V + F_R)(S + B)$

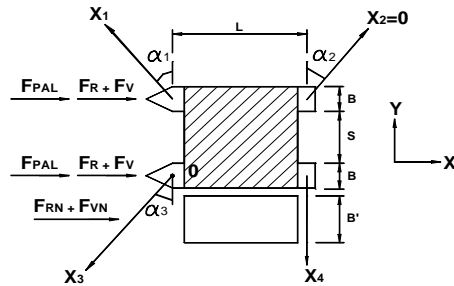
Determinación de la matriz, considerando X1 = 0

X2	X3	X4	Libre
0.40673664	-0.573576436	0	311.46
0.91354546	-0.819152044	-1	-1364.98
0	5.413285972	0	28515.3401

Determinante del sistema = 2.20178176
 Determinante de X2 = 18041.7468
 Determinante X3 = 11598.2337
 Determinante de X4 = 9986.6333

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTANTE

COMBINACION V: CHATA ATRACADA + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv = 144.4 kgf
 Frn = 1890 kgf
 Fvn = 750.88 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 18,039.21
 X2 = 0.00
 X3 = 6,019.82
 X4 = 5,415.72

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \text{sen} \alpha_1 + X_3 \text{sen} \alpha_3 = 2(F_R + F_V + F_{PAL}) + F_{RN} + F_{VN}$$

Suma Fy
$$X_1 \cos \alpha_1 - X_3 \cos \alpha_3 - X_4 = 0$$

Momento F
$$X_1 \text{sen} \alpha_1 (S + B) - LX_4 = (F_R + F_V + F_{PAL})(S + B) - (F_{RN} + F_{VN})(0.5B + 0.5B')$$

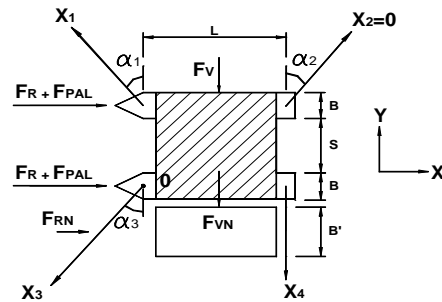
Determinación de la matriz, considerando X2 = 0

X1	X3	X4	Libre
0.81915204	0.573576436	0	18229.68
0.57357644	-0.819152044	-1	0
6.30747074	0	-12	48793.14

Determinante del sistema = 8.38218341
 Determinante de X1 = 151207.96
 Determinante de X3 = 50459.2058
 Determinante de X4 = 45395.5614

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTA

COMBINACION VI: CHATA ATRACADA + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv() = 418.76 kgf
 Frn = 1890 kgf
 Fvn() = 1790.56 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 17,584.76
 X2 = 4,856.21
 X3 = 0.00
 X4 = 3,898.91

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \sin \alpha_1 + X_3 \sin \alpha_3 = 2(F_R + F_{PAL}) + F_{RN}$$

Suma Fy
$$X_1 \cos \alpha_1 - X_3 \cos \alpha_3 - X_4 = F_V + F_{VN}$$

Momento F
$$X_1 \sin \alpha_1 (S + B) - L X_4 = (F_R + F_{PAL})(S + B) - (0.5B + 0.5B') F_{RN} + 0.5L(F_V + F_{VN})$$

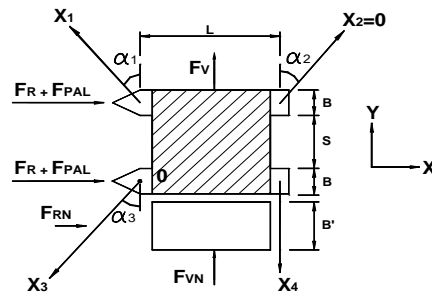
Determinación de la matriz, considerando X2 = 0

X1	X3	X4	Libre
0.81915204	0.573576436	0	17190
0.57357644	-0.81915204	-1	2209.32
6.30747074	0	-12	64128.42

Determinante del sistema = 8.38218341
 Determinante de X1 = 147398.7
 Determinante X3 = 40705.6237
 Determinante de X4 = 32681.4007

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTAN'

COMBINACION VII: CHATA ATRACADA + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv() = 418.76 kgf
 Frn = 1890 kgf
 Fvn() = 1790.56 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 15,770.61
 X2 = 0.00
 X3 = 7,447.09
 X4 = 5,154.67

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \sin \alpha_1 + X_3 \sin \alpha_3 = 2(F_R + F_{PAL}) + F_{RN}$$

Suma Fy
$$X_1 \cos \alpha_1 - X_3 \cos \alpha_3 - X_4 = -F_V - F_{VN}$$

Momento F
$$X_1 \sin \alpha_1 (S + B) - LX_4 = (F_R + F_{PAL})(S + B) - (L/2)(F_V + F_{VN}) - (0.5B + 0.5B')F_{RN}$$

Determinación de la matriz, considerando X2 = 0

X1	X3	X4	Libre
0.81915204	0.57357644	0	17190
0.57357644	-0.81915204	-1	-2209.32
6.30747074	0	-12	37616.58

Determinante del sistema = 8.38

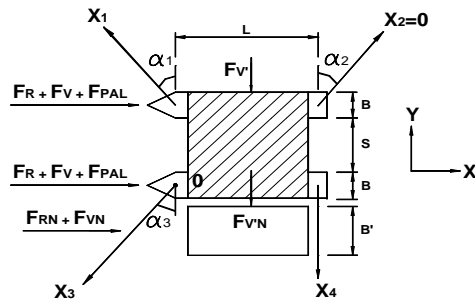
Determinante de X1 = 132,192.13

Determinante de X3 = 62,422.85

Determinante de X4 = 43,207.41

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTA

COMBINACION VIII: CHATA ATRACADA + RIO() + PALIZADA() + VIENTO()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv() = 144.4 kgf
 Frn = 1890 kgf
 Fvn() = 750.88 kgf
 F'v() = 418.76 kgf
 F'vn() = 1790.56 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 18,946.29
 X2 = 4,724.38
 X3 = 0.00
 X4 = 4,787.84

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \sin \alpha_1 + X_3 \sin \alpha_3 = 2(F_R + F_V + F_{PAL}) + F_{RN} + F_{VN}$$

Suma Fy
$$X_1 \cos \alpha_1 - X_3 \cos \alpha_3 - X_4 = F'_V + F'_{VN}$$

Momento F
$$X_1 \sin \alpha_1 (S + B) - LX_4 = (F_R + F_V + F_{PAL})(S + B) + (L/2)(F'_V + F'_{VN}) - (F_{RN} + F_{VN})(0.5B + 0.5B')$$

Determinación de la matriz, considerando X2 = 0

X1	X3	X4	Libre
0.81915204	0.57357644	0	18229.68
0.57357644	-0.81915204	-1	2209.32
6.30747074	0	-12	62049.06

Determinante del sistema = 8.38

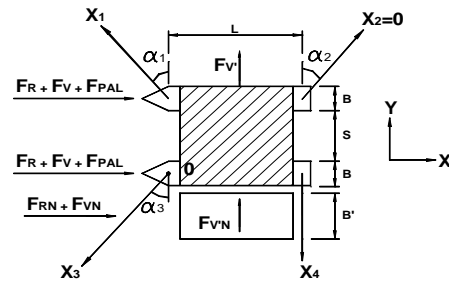
Determinante de X1 = 158,811.24

Determinante de X3 = 39,600.59

Determinante de X4 = 40,132.56

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTA

COMBINACION IX: CHATA ATRACADA + RIO() + PALIZADA() + VIENTO()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv() = 144.4 kgf
 Frn = 1890 kgf
 Fvn() = 750.88 kgf
 F'v() = 418.76 kgf
 F'vn() = 1790.56 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 17,132.13
 X2 = 7,315.26
 X3 = 0.00
 X4 = 6,043.60

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \sin \alpha_1 + X_3 \sin \alpha_3 = 2(F_R + F_V + F_{PAL}) + F_{RN} + F_{VN}$$

Suma Fy
$$X_1 \cos \alpha_1 - X_3 \cos \alpha_3 - X_4 = -(F'_V + F'_{VN})$$

Momento F
$$X_1 \sin \alpha_1 (S + B) - LX_4 = (F_R + F_V + F_{PAL})(S + B) - (L/2)(F'_V + F'_{VN}) - (F_{RN} + F_{VN})(0.5B + 0.5B')$$

Determinación de la matriz, considerando X2 = 0

X1	X3	X4	Libre
0.81915204	0.57357644	0	18229.68
0.57357644	-0.81915204	-1	-2209.32
6.30747074	0	-12	35537.22

Determinante del sistema = 8.38

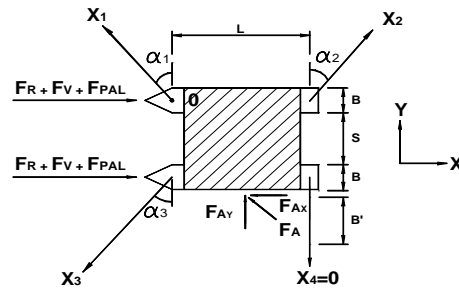
Determinante de X1 = 143,604.68

Determinante de X3 = 61,317.82

Determinante de X4 = 50,658.57

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTANTE

COMBINACION X: CHATA ATRACANDO + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv = 144.4 kgf
 Fax = 3750.26 kgf
 Fay = 1364.98 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 5,372.45 kgf.
 X2 = 18,564.08 kgf.
 X3 = 26,131.44 kgf.
 X4 = 0.00 kgf.

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \cos \alpha_1 - X_2 \cos \alpha_2 + X_3 \cos \alpha_3 = 2(F_R + F_V + F_{PAL}) - F_{AX}$$

Suma Fy
$$X_1 \sin \alpha_1 + X_2 \sin \alpha_2 - X_3 \sin \alpha_3 = -F_{AY}$$

Momento F
$$-X_2 \cos \alpha_2 L + X_3 \sin \alpha_3 (S + B) = (F_R + F_V + F_{PAL})(S + B) + (L/2)F_{AY} - F_{AX}(B/2)$$

Determinación de la matriz, considerando X4 = 0

X1	X2	X3	Libre
0.81915204	-0.40673664	0.57357644	11838.54
0.57357644	0.91354546	-0.81915204	-1364.98
-10.9625455	0	4.41653856	56514.8074

Determinante del sistema = 6.43

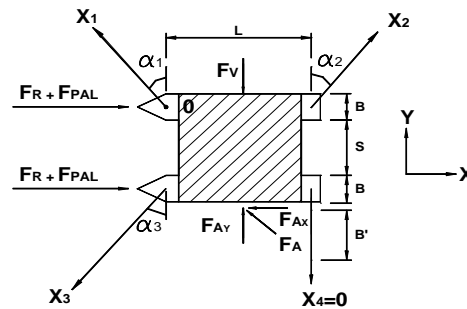
Determinante de X1 = 34,529.52

Determinante X2 = 119,314.07

Determinante de X3 = 167,950.61

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTA

COMBINACION XI: CHATA ATRACANDO + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv = 144.4 kgf
 Fax = 3750.26 kgf
 Fay = 1364.98 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 8,731.81
 X2 = 152.44
 X3 = 7,774.14
 X4 = 0.00

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx $X_1 \text{sen} a_1 - X_2 \text{sen} a_2 + X_3 \text{sen} a_3 = 2(F_R + F_{PAL}) - F_{AX}$

Suma Fy $X_1 \cos a_1 + X_2 \cos a_2 - X_3 \cos a_3 = F_V - F_{AY}$

Momento F $X_2 \cos a_2 L - X_3 \text{sen} a_3 (S + B) = -(F_R + F_{PAL})(S + B) + (L/2)(F_V - F_{AY}) + F_{AX}(S + 1.5B)$

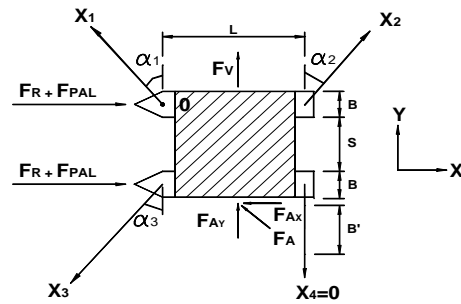
Determinación de la matriz, considerando X4 = 0

X1	X2	X3	Libre
0.81915204	-0.40673664	0.57357644	11549.74
0.57357644	0.91354546	-0.81915204	-1220.58
0	10.9625455	-4.41653856	-32663.6741

Determinante del sistema = 6.63
 Determinante de X1 = 57,867.02
 Determinante X2 = 1,010.23
 Determinante de X3 = 51,520.40

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTA

COMBINACION XII: CHATA ATRACANDO + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv = 144.4 kgf
 Fax = 3750.26 kgf
 Fay = 1364.98 kgf
 Fpal = 6075 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 8,585.97
 X2 = 48.63
 X3 = 7,908.81
 X4 = 0.00

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx $X_1 \text{sen} \alpha_1 - X_2 \text{sen} \alpha_2 + X_3 \text{sen} \alpha_3 = 2(F_R + F_{PAL}) - F_{AX}$

Suma Fy $X_1 \cos \alpha_1 + X_2 \cos \alpha_2 - X_3 \cos \alpha_3 = -F_V - F_{AY}$

Momento F $X_2 \cos \alpha_2 L - X_3 \text{sen} \alpha_3 (S + B) = -(F_R + F_{PAL})(S + B) - (L/2)(F_V + F_{AY}) + F_{AX}(S + 1.5B)$

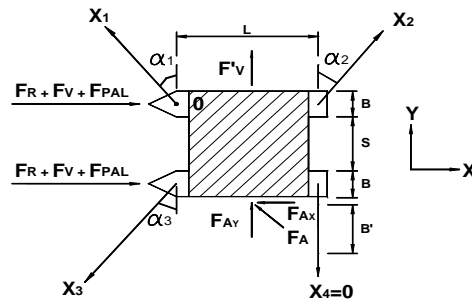
Determinación de la matriz, considerando X4 = 0

X1	X2	X3	Libre
0.81915204	-0.40673664	0.57357644	11549.74
0.57357644	0.91354546	-0.81915204	-1509.38
0	10.9625455	-4.41653856	-34396.4741

Determinante del sistema = 6.63
 Determinante de X1 = 56,900.51
 Determinante de X2 = 322.26
 Determinante de X3 = 52,412.86

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOTA

COMBINACION XIII: CHATA ATRACANDO + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv() = 144.4 kgf
 Fax = 3750.26 kgf
 Fay = 1364.98 kgf
 Fpal = 6075 kgf
 F'v () = 418.76 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 8,694.94
 X2 = -107.38
 X3 = 8,146.06
 X4 = 0.00

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \text{sen} \alpha_1 - X_2 \text{sen} \alpha_2 + X_3 \text{sen} \alpha_3 = 2(F_R + F_V + F_{PAL}) - F_{AX}$$

Suma Fy
$$X_1 \cos \alpha_1 + X_2 \cos \alpha_2 - X_3 \cos \alpha_3 = -F'_V - F_{AY}$$

Momento F
$$X_2 \cos \alpha_2 L - X_3 \text{sen} \alpha_3 (S + B) = -(F_R + F_V + F_{PAL})(S + B) - (L/2)(F'_V + F_{AY}) + F_{AX}(S + 1.5B)$$

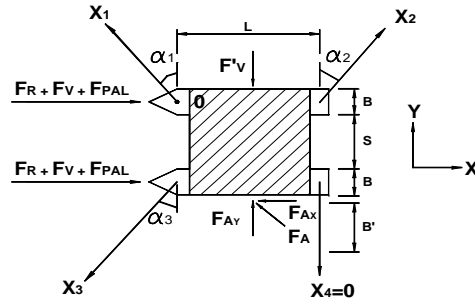
Determinación de la matriz, considerando X4 = 0

X1	X2	X3	Libre
0.81915204	-0.40673664	0.57357644	11838.54
0.57357644	0.91354546	-0.81915204	-1783.74
0	10.9625455	-4.41653856	-37154.5141

Determinante del sistema = 6.63
 Determinante de X1 = 57,622.68
 Determinante de X2 = -711.60
 Determinante de X3 = 53,985.17

COMBINACIONES DE FUERZAS. SISTEMAS DE EQUILIBRIO DEL MUELLE FLOT

COMBINACION XIV: CHATA ATRACANDO + RIO() + VIENTO() + PALIZADA()



ALFA 1 = 55
 ALFA 2 = 24
 ALFA 3 = 35
 Fr = 1575 kgf
 Fv () = 144.4 kgf
 Fax = 3750.26 kgf
 Fay = 1364.98 kgf
 Fpal = 6075 kgf
 F'v () = 418.76 kgf

L = 12 m
 B = 2.5 m
 B' = 6 m
 S = 5.2 m

Resultados:

X1 = 9,117.88
 X2 = 193.68
 X3 = 7,755.53
 X4 = 0.00

Ecuaciones de equilibrio:

Suma Fx
$$X_1 \cos \alpha_1 - X_2 \cos \alpha_2 + X_3 \cos \alpha_3 = 2(F_R + F_V + F_{PAL}) - F_{AX}$$

Suma Fy
$$X_1 \sin \alpha_1 + X_2 \sin \alpha_2 - X_3 \sin \alpha_3 = F'_V - F_{AY}$$

Momento F
$$X_2 \cos \alpha_2 L - X_3 \sin \alpha_3 (S + B) = -(F_R + F_V + F_{PAL})(S + B) - (L/2)(-F'_V + F_{AY}) + F_{AX}(S + 1.5B)$$

Determinación de la matriz, considerando X4 = 0

X1	X2	X3	Libre
0.81915204	-0.40673664	0.57357644	11838.54
0.57357644	0.91354546	-0.81915204	-946.22
0	10.9625455	-4.41653856	-32129.3941

Determinante del sistema = 6.63

Determinante de X1 = 60,425.56

Determinante de X2 = 1,283.52

Determinante de X3 = 51,397.05

RESUMEN DE LAS COMBINACIONES DE FUERZAS ACTUANTES SOBRE EL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA

COMB	RIO ()	VIENTO ()	VIENTO ()	VIENTO ()	PALIZADA ()	CHATA ATRACADA	CHATA ATRACANDO ()	X 1	X2	X3	X4
I								5,602.77	0.00	2,598.01	1,085.46
II								6,969.27	1,644.54	0.00	3,290.45
III								4,723.14	0.00	2,041.63	3,246.00
IV								0.00	8,194.16	5,267.66	4,535.71
V								18,039.21	0.00	6,019.82	5,415.72
VI								17,584.76	4,856.21	0.00	3,898.91
VII								15,770.61	0.00	7,447.09	5,154.67
VIII								18,946.29	4,724.38	0.00	4,787.84
IX								17,132.13	7,315.26	0.00	6,043.60
X								5,372.45	18,564.08	26,131.44	0.00
XI								8,731.81	152.44	7,774.14	0.00
XII								8,585.97	48.63	7,908.81	0.00
XII								8,694.94	-107.38	8,146.06	0.00
XIV								9,117.88	193.68	7,755.53	0.00

Fuerzas máximas obtenidas de las combinaciones:

X1 máx= 18,946.29 Kg.

X2 máx = 18,564.08 Kg.

X3 máx = 26,131.44 Kg.

X4 máx = 6,043.60 Kg.

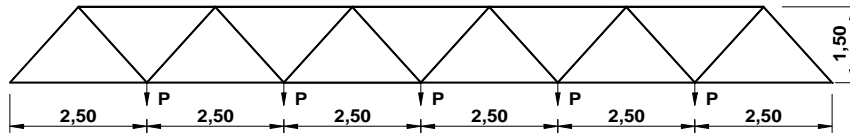
8.3 DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS METAL MECÁNICAS

DISEÑO DEL PUENTE BASCULANTE

EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA

CÁLCULO DEL PUENTE BASCULANTE DE 15 m. x 1.5 m.

Se adoptará una estructura reticulada con la siguiente geometría:



MEDIDAS CONSIDERADAS PARA EL PUENTE BASCULANTE

Altura entre ejes del puente basculante	H =	1.5 m
Ancho efectivo del puente basculante	B =	3 m
Longitud efectiva del tramo de puente	T =	2.5 m
Número de tramos del puente basculante	n =	6
Longitud total del puente basculante	L =	15 m

CARGAS CONSIDERADAS EN EL PUENTE BASCULANTE

Sobrecarga actuante en el puente basculante	s/c =	500 kg/m ²
Peso unitario estimado del puente basculante	w =	600 kg/m (peso por unidad de longitud)

FUERZAS ACTUANTES

Determinación de la sobrecarga total en el puente

$$\text{Peso sobrecarga } (S/C) = (s/c) \times B \times L \quad (S/C) = 22500 \text{ kg.}$$

Peso total estimado del puente Peso propio : $W_p = W \times L$ $W_p = 9000 \text{ kg.}$

Carga Total en el puente basculante $W_t = 31500 \text{ kg.}$

Número de cerchas portadoras $N^{\circ} c = 2$

Sobrecarga efectiva en cada nudo de la cercha

$$P_{(s/c)} = \frac{(S/C)}{N^{\circ} c (n-1)} \quad P_N = 2250 \text{ kg}$$

Para efectos de cálculo se tomará como fuerza actuante $P=2,500 \text{ Kg.}$

y para efectos de resistencia máxima una combinación de $P=3,750 \text{ Kg.}$

El esquema mostrado fue resuelto mediante el programa SAP 2000 y en las siguientes páginas se muestran los resultados de los esfuerzos de tracción y compresión actuantes en cada elemento del puente.

* Viga Inferior:	Esfuerzo máximo de diseño:	F=	26,520.70 Kg.
* Viga Superior:	Esfuerzo máximo de diseño:	F=	28,078.50 Kg.
* Vigas Diagonales:	Esfuerzo máximo de diseño:	F=	12,189.00 Kg.

El perfil elegido para la viga inferior está compuesto por 2T invertidas, las cuales se arriostran entre si por cartelas soldadas al alma y al ala de cada viga. Para la brida superior se ha elegido un perfil en forma de 2T, con ala común y arriostradas igualmente con cartelas soldadas al alma y al ala.

Las vigas diagonales están compuestas por 4 ángulos de 2"x2"x3/16" arriostradas por cartelas en los extremos y en el centro.

DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA

CALCULO DE LA MADERA DEL PUENTE

Para realizar los cálculos, se tomará como referencia un tramo del puente con las siguientes dimensiones:

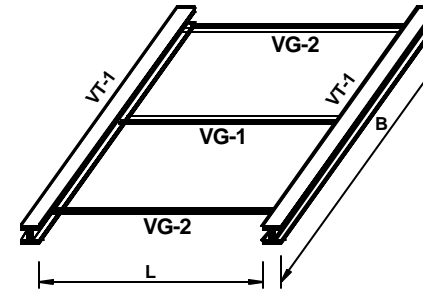
L = 250 cm Longitud del tramo tributario
 B = 300 cm Ancho del puente

Características de la madera:

l = 250 cm Longitud
 b = 25.4 cm Ancho
 e = 5.08 cm Espesor
 s/c = 420 kg/m²

Tipo: Palo sangre

Densidad = 850 kg/m³
 madera



Cálculo de las fuerzas actuantes en cada tramo

$$W_{s/c} = L \cdot B \cdot s/c$$

Peso de la sobrecarga

$$W_{s/c} = 3150 \text{ kg}$$

$$W_{MAD} = L \cdot B \cdot e \cdot r_{MAD}$$

Peso aprox. del tablero de madera

$$W_{mad} = 323.85 \text{ kg}$$

Peso aprox. de las vigas, incluyendo pernos

$$W_{viga} = 100 \text{ kg}$$

$$W_T = W_{s/c} + W_{MAD} + W_{VIGA}$$

Peso actuante en el tramo del puente

$$W_t = 3573.85 \text{ kg}$$

CALCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MADERA

Número de tablonés en el tramo

$$N^{\circ}_{TAB} = L / b$$

$$N^{\circ} \text{ tab} = 10$$

Todo el peso actuante en el tramo, se distribuirá entre el número de tablonés, luego, la fuerza actuante en cada tablón será:

$$F_{TAB} = W_T / N^{\circ}_{TAB}$$

$$F_{tab} = 357.385 \text{ kg}$$

Carga distribuida en cada tablón:

$$q_{TAB} = F_{TAB} / l$$

$$q_{\text{tab}} = 142.954 \text{ kg/m}$$

Cada tablón se apoya en tres vigas; luego la luz entre apoyos será:

$$l_{\text{tab}} = 125 \text{ cm}$$

El máximo momento actuante en cada luz será:

$$M = q l_{TAB}^2 / 8$$

$$M = 27.9207031 \text{ kg-m}$$

Momento resistente de la sección del tablón

$$S = b e^2 / 6$$

$$S = 109.247093 \text{ cm}^3$$

Tensión de flexión:

$$\mu f = 25.56 \text{ kg/cm}^2$$

Características de la madera:

$$\mu_{\max} = 200 \text{ kg/cm}^2$$

E =

$$95000 \text{ kg/cm}^2$$

Ix =

$$277.49 \text{ cm}^4$$

Cálculo de la deflexión

$$D = \frac{5 M l_{TAB}}{48 E I_x}$$

$$D = 0.00137911 \text{ cm}$$

Deflexión máxima permitida:

$$D_{\max} = 1/240$$

$$D_{\max} = 0.52 \text{ cm}$$

CALCULO DE LA VIGA LONGITUDINAL CENTRAL DE APOYO DE LOS TABLONES

Carga distribuida actuante sobre la viga

$$q = \frac{W_T B}{2 L B} = \frac{W_T}{2 L}$$

$$q = 714.77 \text{ kg/m}$$

ESFUERZOS ADMISIBLES

$$F_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$$

Límite de Fluencia Acero ASTM A-36

$$E = 2039000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_t = 0,6.F_y = 1,518 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_b = 0,6.F_y = 1,518 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_v = 0,4.F_y = 1,012 \text{ Kg/cm}^2$$

Módulo de Elasticidad

Tensión admisible de flexión

Tensión admisible de tracción o compresión

Tensión admisible de corte

$$W_{viga} = 19.15 \text{ kg/m}$$

Momento máximo actuante en la viga:

$$M = qL^2/8$$

$$M = 558.414063 \text{ kg-m}$$

PERFIL PROPUESTO:

Viga H (W4x13), con las siguientes medidas:

$$h = 10.57 \text{ cm}$$

$$t = 0.71 \text{ cm}$$

$$b = 10.31 \text{ cm}$$

$$t_1 = 0.88 \text{ cm}$$



Alma

Longitud de Ala

Espe

Densidad del acero:

Area de la sección:

$$A = 2bt_1 + (h - 2t_1)t$$

Peso por metro lineal

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$A = 24.40 \text{ cm}^2$$

$$P = 19.1545495 \text{ kg/m}$$

Momento de inercia del perfil

$$I_x = \frac{th^3}{12} + 2 \left[\frac{bt_1^3}{12} + bt_1 \left(\frac{h+t_1}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_x = 665.78 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 125.97 \text{ cm}^3$$

Momento de resistencia:

El área de la sección, peso por metro lineal, momento de inercia, así como el momento resistente también se obtiene directamente del catálogo de perfiles.

$$S_x = 2I_x/h$$

Tensión de flexión actuante:

$$S_r = M/c$$

$$K = F_t / \mu_f$$

$$\mu_f = 443.27 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 3.42$$

Coeficiente de reserva

CALCULO DE LOS PERNOS PARA LA VIGA CENTRAL

Fuerza aplicada en ambos extremos de la viga

Se utilizará pernos de alta resistencia

Como los pernos han de soportar a dos vigas (uno por cada lado de la viga transversal), entonces la carga será:

$$F = qL/2$$

$$F = 893.4625 \text{ kg}$$

$$F_v = 1196 \text{ kg/cm}^2$$

Fuerza admisible de corte

Area necesaria

$$A_N = F'/F_v$$

Utilizando pernos de \emptyset

$$9.525 \text{ mm (3/8")}$$

con 4 pernos se asegura la solidez de la viga.

$$F' = 1786.925$$

$$A_n = 1.49408445 \text{ cm}^2$$

$$A_p = 0.71255906 \text{ cm}^2$$

$$A_t = 2.85023624 \text{ cm}^2$$

CALCULO DE LAS VIGAS LONGITUDINALES EXTREMAS

En este caso, la carga y el momento en cada viga extrema es la mitad de la viga central

Se propone un canal C4"x 5.4.

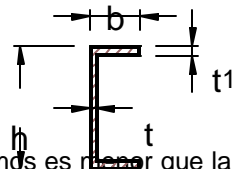
$$M = 279.207031 \text{ kg-m}$$

Su momento de resistencia es:

La tensión debido al momento flector será:

El coeficiente de seguridad será:

Dado que la fuerza de reacción en los extremos es menor que la existente en la viga central, asumirá igual número de pernos.



$$S_f = M/S_v$$

$$K = F_t / \mu_f$$

$$S_x = 31.6270335 \text{ cm}^3$$

$$\mu_f = 882.811317 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1.72$$

DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA **ELEMENTOS DE ACERO DEL PUENTE BASCULANTE**

CALCULO DE LA VIGA TRANSVERSAL

L = 290 cm Longitud de la viga transversal

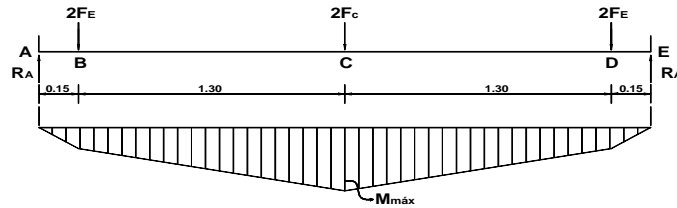
La viga transversal recibe las cargas de las vigas longitudinales centrales y extremas por ambos lados de la viga; por lo que el esfuerzo solicitado debe ser a flexión.

F_c = 893.4625 kg Fuerza debido al apoyo de una sola viga longitudinal central

F_e = 446.7313 kg Fuerza debido al apoyo de una sola viga longitudinal extrema

La fuerza de apoyo que se transmiten a las vigas longitudinales inferiores del puente serán:

$$F_A = \frac{2(2F_E + F_C)}{2} \quad F_A = 1,786.93$$



El momento flector máximo actuante sobre la viga transversal ocurre en su sección central y es igual a:

$$M = \frac{(F_A - 2F_E)L}{2} \quad M = 1,295.52$$

El momento de resistencia mínimo requerido será:

$$S_x = \frac{M}{F_t} \quad S_x > 85.34$$

ESFUERZOS ADMISIBLES PARA EL ACERO ASTM A-36

F_y = 2530 Kg/cm²

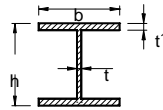
E = 2039000 Kg/cm²

F_t = 0.6.F_y = 1,518 Kg/cm²

F_b = 0.6.F_y = 1,518 Kg/cm²

F_v = 0.4.F_y = 1,012 Kg/cm²

Para este caso, se elige un perfil **W 5 x 16**, con las siguientes características geométricas:



h = 12.73 cm

Altura del alma

t = 0.61 cm

Espesor del alma

b = 12.70 cm

Ancho del ala

t₁ = 0.91 cm

Espesor del ala

I_x = 886.57 cm⁴

Momento de inercia respecto a x

S_x = 139.45 cm³

Momento resistente respecto a x

As = 30.19

Wviga = 23.84

El esfuerzo de flexión solicitado será:

$$S_f = M / S_x$$

μf = 929.00

Además, la viga trabaja a cizallamiento:

El diagrama de fuerzas cortantes muestra que es simétrico a ambos lados de la viga y la fuerza cortante es:

$$F_C = F_A - 2F_E$$

$$S_C = F_C / A_s$$

F_c = 893.46

μc = 29.59

El esfuerzo cortante en la viga será:

el cual es mucho menor que el permitido.

CALCULO DE LOS PERNOS DE SUJECCION DE LA VIGA TRANSVERSAL A LA BRIDA INFERIOR

Se utilizarán cuatro (04) pernos de alta resistencia, para el cual:

Nºp = 4.00

F_v = 1196 Kg/cm²

Tensión de cizallamiento permisible.

Como:

$$S_C = \frac{F_A}{A_{TP}} = \frac{4F_A}{N_p^o p d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4F_A}{N_p^o p S_C}}$$

d = 0.69

Luego, para los pernos se elige el diámetro ø

0.9525 cm (3/8")

El esfuerzo de tensión en cada perno:

μc = 626.9

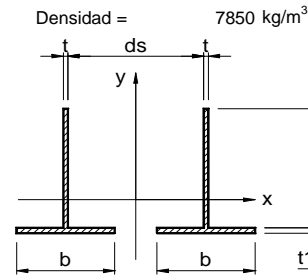
El coeficiente de seguridad para los pernos es:

K = 1.9

DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA ELEMENTOS DE ACERO EN TRACCION DEL PUENTE BASCULANTE

Ft = 26,520.70 kg Máxima Fuerza de tracción actuante en la brida inferior (del Diagrama SAP2000NL)
BRIDAS INFERIORES CONFORMADA POR DOS VIGAS T INVERTIDAS
Datos de la Brida Material Acero ASTM A - 36

h = 17 cm.
t = 0.6 cm.
b = 13 cm.
t1 = 0.8 cm.
ds = 18 cm.



Peso por metro lineal = 32.34

CALCULO DE LAS PROPIEDADES GEOMETRICAS

Sección del Area Transversal $A_s = 2(bt_1 + ht)$

As = 41.2

Cálculo de la ordenada del centro de gravedad Y c.g

$$Y_{CG} = \frac{2[bt_1 \cdot 0.5t_1 + ht(0.5h + t_1)]}{A_s}$$

Ycg = 4.81

Momento de Inercia respecto al eje x-x

$$I_x = 2 \left[\frac{bt_1^3}{12} + bt_1(Y_{CG} - 0.5t_1)^2 + \frac{th^3}{12} + th(0.5h + t_1 - Y_{CG})^2 \right]$$

Ix = 1,308.20

Momento de Inercia respecto al eje Y-Y

$$I_y = 2 \left[\frac{ht^3}{12} + ht(0.5d_s + 0.5t)^2 + \frac{t_1b^3}{12} + t_1b(0.5d_s + 0.5t)^2 \right]$$

Iyy = 3,856.93

ESFUERZOS ADMISIBLES

Fy = 2530 kg/cm ² .	Límite de Fluencia Acero ASTM A-36
E = 2039000 kg/cm ² .	Módulo de Elasticidad
Ft = 0,6.Fy = 1,518 kg/cm ² .	Tensión admisible de flexión
Fb = 0,6.Fy = 1,518 kg/cm ² .	Tensión admisible de tracción o compresión
Fv = 0,4.Fy = 1,012 kg/cm ² .	Tensión admisible de corte

CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION ACTUANTE

Carga de tracción de diseño

T = 26,521 Kg

Esfuerzo por tracción

$$s_T = \frac{T}{A_s}$$

Coeficiente de seguridad $\mu_t = 643.7$
K = 2.4

CALCULO DEL ESFUERZO MAXIMO DE COMPRESION DE LA SECCION

Todas las secciones de la brida inferior trabajan a tracción, por lo que no merece el caso, comprobar los elementos a la compresión

CALCULO DE LOS PERNOS DE SUJECCION EN EMPALMES DE LA BRIDA INFERIOR

Se utilizarán cuarenta (40) pernos de alta resistencia, para el cual:

Nºp = 40.00

Fv = 1196 kg/cm² Tensión de cizallamiento permisible.

Como:

$$s_c = \frac{F_A}{A_{TP}} = \frac{4F_A}{N_p^o p d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4F_A}{N_p^o p s_c}}$$

d = 0.84 cm

Luego, para los pernos se elige el diámetro ø = 1.42875 cm (9/16")

El esfuerzo de tensión en cada perno:

µc = 413.5 kg/cm²

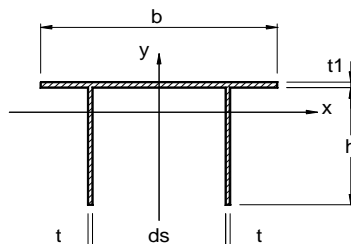
El coeficiente de seguridad para los pernos es:

K = 2.9

DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA ELEMENTOS DE ACERO EN COMPRESION DEL PUENTE BASCULANTE

Ft = 28,078.50 kg Máxima Fuerza de compresión actuante en la brida superior (del Diagrama SAP2000NL)
BRIDAS SUPERIORES CONFORMADA POR DOS VIGAS T

Datos de la Brida	Material	Acero ASTM A - 36
h = 17 cm	Densidad:	7850 kg/m ³
t = 0.6 cm		
b = 32 cm		
t1 = 0.8 cm		
ds = 18 cm		



Peso por metro lineal = 36.11 kg/m

CALCULO DE LAS PROPIEDADES GEOMETRICAS

Sección del Area Transversal $A_s = bt_1 + 2ht$

As = 46 cm²

Cálculo de la ordenada del centro de gravedad Y c.g

$$Y_{CG} = \frac{2(ht)(0.5h) + bt_1(h + 0.5t_1)}{A_s}$$

Ycg = 13.45 cm

Momento de Inercia respecto al eje x-x

$$I_x = 2 \left[\frac{th^3}{12} + th(0.5h - Y_{CG})^2 \right] + \frac{bt_1^3}{12} + bt_1(h + 0.5t_1 - Y_{CG})^2$$

Ix = 1,391.94 cm⁴

Momento de Inercia respecto al eje Y-Y

$$I_y = 2 \left[\frac{ht^3}{12} + ht(0.5ds + 0.5t)^2 \right] + \frac{t_1b^3}{12}$$

Iyy = 3,949.54 cm⁴

ESFUERZOS ADMISIBLES

Fy = 2530 Kg/cm ²	Límite de Fluencia Acero ASTM A-36
E = 2039000 Kg/cm ²	Módulo de Elasticidad
Ft = 0,6.Fy = 1,518 kg/cm ²	Tensión admisible de flexión
Fb = 0,6.Fy = 1,518 kg/cm ²	Tensión admisible de tracción o compresión
Fv = 0,4.Fy = 1,012 kg/cm ²	Tensión admisible de corte

CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION ACTUANTE

Carga de tracción de diseño

T = 28,079 Kg

Esfuerzo por tracción

L = 300 cm

$$s_T = \frac{T}{A_s}$$

μt = 610.4 kg/cm²

Coefficiente de seguridad:

K = 2.5

CALCULO DEL ESFUERZO MAXIMO DE COMPRESION DE LA SECCION

Radio de giro

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_T}}$$

rx = 5.50 cm

Cálculo de los coeficientes de compresión:

Asumiendo k = 1

$$K = \frac{kL}{r}$$

ry = 9.27 cm

Kx = 54.54

Ky = 32.38

Cálculo de la constante Cc

$$C_c = \sqrt{\frac{2p^2 E}{F_y}}$$

Cc = 126.13

Como Cc > K, entonces los esfuerzos máximos de compresión serán dados por:

$$F_A = \frac{\left[1 - \frac{K^2}{2C_c^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3K}{8C_c} - \frac{K^3}{8C_c^3}}$$

Fax = 1,261.06 kg/cm²

Fay = 1,389.50 kg/cm²

FUERZAS AXIALES MAXIMAS.

Fax max = Fax As

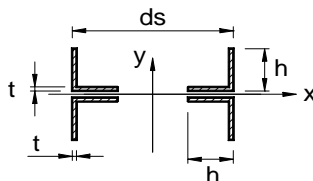
Fax max = 58,008.6 kg/cm²

Fay max = Fay As

Fay max = 63,916.99 kg/cm²

DISEÑO DEL EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA ELEMENTOS DE ACERO EN COMPRESION DEL PUENTE BASCULANTE

$F_t = 12,189.00 \text{ kg}$	Máxima Fuerza de compresión actuante sobre las diagonales (del Diagrama SAP2000NL)
MONTANTES CONFORMADAS POR CUATRO ANGULOS DE $2 \times 2 \times 3/16$	
Datos de la Brida	Material Acero ASTM A - 36
$h = 5.08 \text{ cm}$	Densidad: 7850 kg/m^3
$t = 0.47625 \text{ cm}$	
$h' = 12.7 \text{ cm}$	
$ds = 18 \text{ cm}$	



Peso por metro lineal: 14.52

CALCULO DE LAS PROPIEDADES GEOMETRICAS

Sección del Area Transversal (del Manual del acero)

$$A = 4.612894 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 18.451576$$

Momento de Inercia respecto a x del canal

$$I_x = 11.32$$

Momento de Inercia respecto al eje y del canal

$$I_y = 11.32$$

Abcisa del centro de gravedad

$$X_{cg} = 1.45$$

Momento de Inercia respecto al eje x-x

$$I_{xx} = 4 \left[I_x + A(0.5h' - Y_{CG})^2 \right]$$

$$I_{xx} = 489.17$$

Momento de inercia respecto al eje y-y

$$I_{yy} = 4 \left[I_y + A(0.5d_s - X_{CG})^2 \right]$$

$$I_{yy} = 549.20$$

ESFUERZOS ADMISIBLES

$$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

Límite de Fluencia Acero ASTM A-36

$$E = 2039000 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de Elasticidad

$$F_t = 0.6.F_y = 1,518 \text{ kg/cm}^2$$

Tensión admisible de flexión

$$F_b = 0.6.F_y = 1,518 \text{ kg/cm}^2$$

Tensión admisible de tracción o compresión

$$F_v = 0.4.F_y = 1,012 \text{ kg/cm}^2$$

Tensión admisible de corte

CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION ACTUANTE

Carga de tracción de diseño

$$T = 12,189 \text{ Kg}$$

Esfuerzo por tracción

$$S_T = \frac{T}{A_s}$$

$$L = 425 \text{ cm}$$

$$\mu_t = 660.6$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } K = 2.30$$

CALCULO DEL ESFUERZO MAXIMO DE COMPRESION DE LA SECCION

Radio de giro respecto a x (manual del acero)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_t}}$$

$$r_x = 5.15$$

Cálculo de los coeficientes de compresión:

Asumiendo $k = 1$

$$K = \frac{kL}{r}$$

$$r_y = 5.46$$

$$K_x = 82.54$$

$$K_y = 77.90$$

Cálculo de la constante C_c

$$C_c = \sqrt{\frac{2p^2 E}{F_y}}$$

$$C_c = 126.13$$

Como $C_c > K$, entonces los esfuerzos máximos de compresión serán dados por:

$$F_A = \frac{\left[1 - \frac{K^2}{2C_c^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3K}{8C_c} - \frac{K^3}{8C_c^3}}$$

$$F_{ax} = 1,059.23$$

$$F_{ay} = 1,095.58$$

FUERZAS AXIALES MAXIMAS.

$$F_{ax \text{ max}} = F_{ax} A_s$$

$$F_{ax \text{ max}} = 19,544.53$$

$$F_{ay \text{ max}} = F_{ay} A_s$$

$$F_{ay \text{ max}} = 20,215.15$$

Estas fuerzas límites son mayores a la fuerza solicitada, por lo que la resistencia queda asegurada.

CALCULO DE LOS PERNOS DE SUJECCION DE LA MONTANTE A LAS BRIDAS INFERIOR Y SUPERIOR

Se utilizarán dieciseis (16) pernos de alta resistencia, para el cual:

$$N^o p = 16.00$$

$$F_v = 1196 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Tensión de cizallamiento permisible.}$$

Como:

$$S_c = \frac{F_A}{A_{TP}} = \frac{4F_A}{N_p^o p d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4F_A}{N_p^o p S_c}}$$

$$d = 0.90 \text{ cm}$$

Luego, para los pernos se elige el diámetro ϕ

$$1.42875 \text{ cm (7/16")}$$

El esfuerzo de tensión en cada perno:

$$\mu_c = 475.2 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de seguridad para los pernos es:

$$K = 2.52$$

DISEÑO DEL PONTÓN DE APOYO

ESQUEMA DE CÁLCULO DEL PONTÓN DE APOYO

Longitud: $a = 5,30m$.

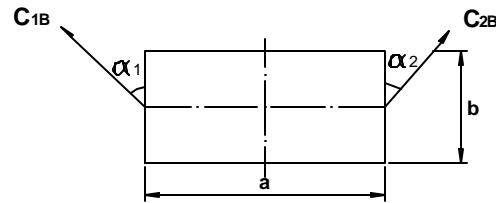
Ancho: $b = 2,50m$.

Calado: $h = 1,50m$.

Velocidad del río: $V_R = 2,5m/s$.

Velocidad del viento: $V_V = 95Km/h$.

Consideraciones: El pontón servirá de apoyo al puente, por lo que sobre él actúa el peso propio del puente más la sobrecarga de $500Kg/m^2$.



Peso propio del puente: $P_p = 6800Kg$.

Peso de sobrecarga: $P_{s/c} = 22500Kg$.

Luego, el pontón recibe una fuerza vertical (como primera aproximación) igual a la mitad de la suma de las fuerzas anteriores: $P_A = 14650Kg$.

Se ha de considerar como peso propio del pontón: $P_{PONTÓN} = 4000Kg$.

CÁLCULO DEL ÁREA SUMERGIDA DEL PONTÓN DE APOYO:

Pontón + puente = $4000 + 6800/2 = 7400Kg$.

$$\text{Luego: } F_E = g \cdot V = g \cdot a \cdot b \cdot h \Rightarrow h = \frac{F_E}{g \cdot a \cdot b} = \frac{7400}{1000 \cdot 2,5 \cdot 5,3}$$

$$h = 0,56m.$$

Pontón + puente + sobrecarga = $4000 + 6800/2 + 22500/2 = 18650Kg$.

$$h = \frac{18650}{1000 \cdot 2,5 \cdot 5,3} \Rightarrow h = 1,41m.$$

Se tomará la condición crítica correspondiente a un área sumergida a $h = 1,41m$.

➤ Área sumergida: $A_R = b \cdot h = 2,5 \cdot 1,41 = 3,525m^2$

- Área transversal al viento: $A_t = (1,5 \cdot h) \cdot h = (1,5 - 1,41) \cdot 2,5 = 0,225 \text{ m}^2$
- Área longitudinal al viento: $A_L = a \cdot (1,5 - 1,41) = 0,477 \text{ m}^2$

FUERZAS ACTUANTES SOBRE EL PONTÓN:

Fuerza del río:

$$\text{Presión del río: } P_R = 72 \cdot V_R^2 = 72 \cdot 2,5^2 = 450 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Fuerza: } F = P \cdot A_R = 450 \cdot 3,525 = 1586,3 \text{ Kg} (\rightarrow)$$

Fuerzas del viento:

$$\text{Presión del viento: } P_V = 0,005 \cdot V_V^2 = 0,005 \cdot 95^2 = 45,2 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$\text{Fuerza del viento: } F_{VX} = P_V \cdot A_T = 45,2 \cdot 0,225 \Rightarrow F_{VX} = 10,2 \text{ Kg}.$$

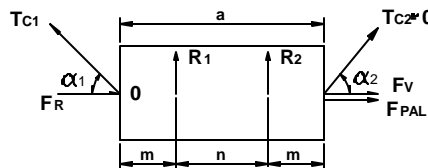
$$F_{VY} = P_V \cdot A_L = 45,2 \cdot 0,477 \Rightarrow F_{VY} = 21,56 \text{ Kg}.$$

$$\text{Fuerza de la palizada: } F_{PAL} = 72 \cdot V_R^2 \cdot A = 72 \cdot 2,5^2 \cdot 4 \cdot 1,5 \Rightarrow F_{PAL} = 2700 \text{ Kg}.$$

Se considera que el área de la palizada viene dada por un ancho de 4m. Y una altura de 1,5m.

PRIMERA COMBINACIÓN: RÍO + VIENTO(\rightarrow) + PALIZADA.

$$\begin{aligned} a &= 5,3\text{m.} & \alpha_1 &= 26^\circ \\ b &= 2,5\text{m.} & \alpha_2 &= 60^\circ \\ m &= 1,095\text{m.} \\ n &= 3,11\text{m.} \end{aligned}$$



En este caso se ha de considerar despreciable la tensión del cable $T_{C2} \cong 0$

$$\sum F_X = -T_{C1} \cdot \cos \alpha_1 + F_R + F_{VX} + F_{PAL} = 0$$

$$T_{C1} = \frac{F_R + F_{VX} + F_{PAL}}{\cos \alpha_1} = \frac{1586,3 + 10,2 + 2700}{\cos 26^\circ}$$

$$T_{C1} = 4780,3 \text{ Kg}.$$

$$\sum M_O = R_1 \cdot m + R_2 \cdot (m + n) = 0 \Rightarrow R_1 = \frac{-R_2(m + n)}{m} \dots\dots\dots (*)$$

$$\sum F_Y = T_{C1} \cdot \text{sen} \alpha_1 + R_1 + R_2 = 0 \Rightarrow T_{C1} \cdot \text{sen} \alpha_1 - R_2 \cdot (m+n)/m + R_2 = 0$$

$$R_2 = +T_{C1} \cdot \text{sen} \alpha_1 \cdot \left[\frac{(m+n)}{m} - 1 \right]^{-1} = +4780,3 \cdot \text{sen} 26^\circ \cdot \left[\frac{1,095 + 3,11}{1,095} - 1 \right]^{-1}$$

$$R_2 = 737,8 \text{ Kg.}$$

Reemplazando en (*):

$$R_1 = \frac{-737,8 \cdot (1,095 + 3,11)}{1,095}$$

$$R_1 = -2833,4 \text{ Kg.}$$

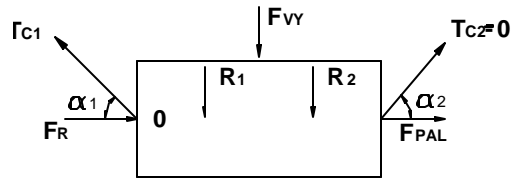
SEGUNDA COMBINACIÓN: RÍO (→) + VIENTO (↓) + PALIZADA.

En este caso, también se ha de considerar que la tensión del cable $T_{C2} \cong 0$

$$\sum F_X = -T_{C1} \cdot \cos \alpha_1 + F_R + F_{PAL} = 0$$

$$T_{C1} = \frac{F_R + F_{PAL}}{\cos \alpha_1} = \frac{1586,3 + 2700}{\cos 26^\circ}$$

$$T_{C1} = 4769 \text{ Kg.}$$



$$\sum F_Y = -R_1 - R_2 - F_{VY} + T_{C1} \cdot \text{sen} \alpha_1 = 0 \Rightarrow R_1 = T_{C1} \cdot \text{sen} \alpha_1 - R_2 - F_{VY} \dots\dots (*)$$

$$\sum M_O = -R_1 \cdot m - R_2 \cdot (m+n) - F_{VY} \cdot a/2 = 0$$

$$(R_2 + F_{VY} - T_{C1} \text{sen} \alpha_1) \cdot m - R_2 \cdot (m+n) - F_{VY} \cdot a/2 = 0$$

$$R_2 \cdot n = F_{VY} \cdot (m - a/2) - T_{C1} \cdot \text{sen} \alpha_1 \cdot m \Rightarrow R_2 = \frac{21,56 \cdot (1,095 - 5,3/2) - 4769 \cdot \text{sen} 26^\circ \cdot 1,095}{3,11}$$

$$R_2 = -746,9 \text{ Kg.}$$

Reemplazando en (*):

$$R_1 = 4769 \cdot \text{sen} 26^\circ + 746,9 - 21,56$$

$$R_1 = 2816 \text{ Kg.}$$

CALCULO DEL PONTÓN DE APOYO

ESQUEMA DE LA GEOMETRÍA DEL PONTÓN DE APOYO:

Del cálculo de las fuerzas actuantes en los apoyos del puente, que se instalarán directamente sobre el pontón de apoyo, se determinó que la máxima fuerza radial sobre estos apoyos es $F_B \approx 11,25Tn.$ (con sobrecarga del puente incluida).

El peso propio del pontón de apoyo se estimará en $P_{P.A} \approx 4Tn.$

Otras fuerzas que soportará el pontón de apoyo (pesos de apoyo y rampa de acceso), se estimará en: $P_{OTROS} = 1,25Tn.$

Luego la fuerza actuante total será:

$$P = F_B + P_{P.A} + P_{OTROS} = 11,25 + 4 + 1,25 = 16,5Tn.$$

Se debe de considerar que esta será la condición extrema de carga (condición crítica).

Para este pontón de apoyo se ha de considerar:

puntal: $h = 1,5m.$

manga: $b = 2,5m.$

Eslora: $l = 5,25m.$

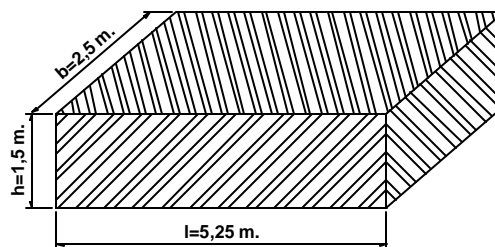
Luego el máximo hundimiento de este pontón de apoyo será:

$$P = V_{SUMERGIDO} \cdot g_{H_2O}$$

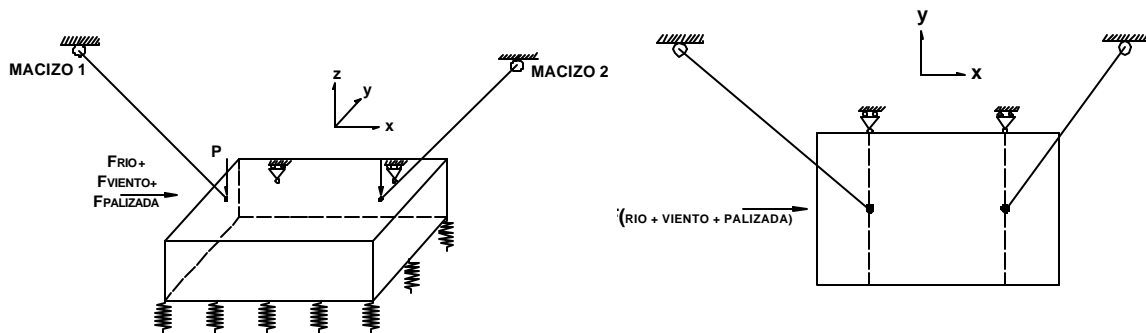
$$16,5 * 10^3 = 2,5 * 5,25 * h * 10^3$$

$$h = 1,257m. < 1,5m. \quad O.K.$$

Luego la geometría del pontón de apoyo será:

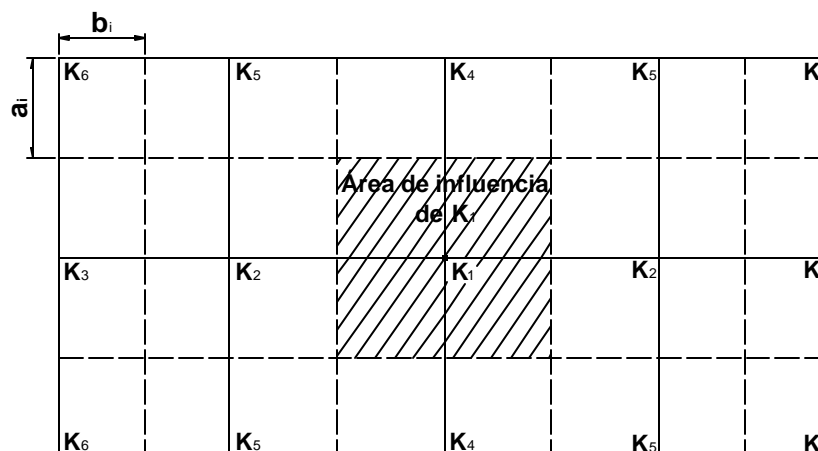


IDEALIZACIÓN DEL PONTÓN DE APOYO



Se idealizará como una estructura metálica que está apoyada en resortes (como efecto del agua), con 2 apoyos deslizantes hacia el lado de la orilla y los cables como un eslabón con apoyo esférico. Sobre la estructura actuará la fuerza del río, viento y palizada, tal como se muestra en la figura y el peso del puente más complementos.

Para la determinación de los valores de las fuerzas del peso propio del pontón y del coeficiente de elasticidad de los resortes, se usa el método de las áreas de influencia: Como se conoce la distribución de los tijerales longitudinales y transversales, entonces la determinación de las áreas de influencia se hará por repartición simétrica a cada nudo de la estructura.



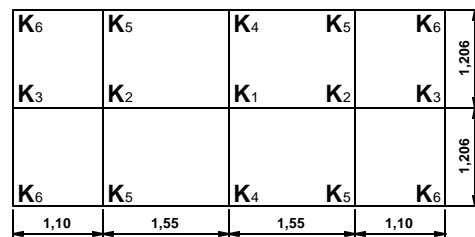
Parámetros de cálculo						Resortes	Pontón	
Ki	ai m	bi m	Area (Ci) $a_i \times b_i$ m ²	No. Posic. di	Cidi	$K_{H2O}=1T/m^3$ $K_{RES}=K_{H2O} \cdot C_i$	Peso estimado P=4000 Kg.	Valor c/m. en c/punto.
K1	1,55	1,206	18,693	1	1,8693	1869 Kg/m.		584,88 Kg.
K2	1,325	1,206	1,598	2	3,196	1598 Kg/m.		500 Kg.
K3	0,55	1,206	0,6633	2	1,3266	663 Kg/m.		207,54 Kg.
K4	1,55	0,603	0,9345	2	1,8693	934,5 Kg/m.		292,45 Kg.
K5	1,325	0,603	0,799	4	3,1959	799 Kg/m.		250 Kg.
K6	0,55	0,603	0,3316	4	1,3268	332 Kg/m.		103,8 Kg.

$$\sum Cidi = 12,784$$

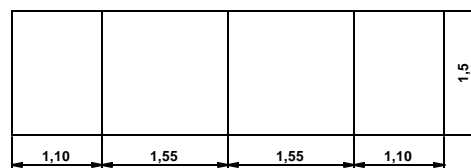
Para el pontón de Apoyo.

Para calcular el valor de la carga muerta se divide el peso estimado del pontón de apoyo entre el área total ($\sum Cidi$) obteniéndose la presión específica, luego este valor se multiplica por el área $A_i = a_i \cdot b_i$, obteniéndose el valor del peso muerto aplicado al nudo respectivo.

La estructura del pontón de apoyo estará compuesta por 3 tijerales longitudinales de 5,25m. de longitud y 5 tijerales transversales de 2,5m de longitud.



VISTA DE PLANTA



ELEVACIÓN

CUADRO DE CARGAS ACTUANTES:

Designación	Tipo	Coeficiente de ampliación	Aplicación	Valor
Peso propio del pontón de apoyo Total:400 Kg. (estimado).	Muerta puntual	1,4	en K ₁	584,8 Kg.
		1,4	en K ₂	500 Kg.
		1,4	en K ₃	207,5 Kg.
		1,4	en K ₄	292,5 Kg.
		1,4	en K ₅	250 Kg.
		1,4	en K ₆	103,8 Kg.
Peso propio del puente: 0,6 Tn/m x 15m. / 4 apoyos.	Muerta puntual	1,4	en K ₂	2250 Kg.
Sobrecarga de puente: 0,5 Tn/m x 15m.x 3m. / 4 apoyos.	Viva puntual	1,5	en K ₂	5,625 Kg.
Fuerzas del río, viento y palizada: Valor máx.: 1586,3+10,2+2700=42965	distribuida viva	1,5	en tramo K ₆ ,K ₃ ,K ₆ .	1718,6 Kg/m.
Fuerzas de reacción del agua Resortes (spring). Coef.elasticidad $K_{H_2O}=1000 \text{ Kg/m}^3$. para cada apoyo $K_i=\text{Area}.K_{H_2O}$.	Otros	1,0	en K ₁	1869 Kg/m.
		1,0	en K ₂	1598 Kg/m.
		1,0	en K ₃	663 Kg/m.
		1,0	en K ₄	934,5 Kg/m.
		1,0	en K ₅	799 Kg/m.
		1,0	en K ₆	332 Kg/m.

El esquema mostrado fue resuelto mediante el programa SAP 2000 y en las siguientes páginas se muestran los resultados de los esfuerzos de tracción y compresión.

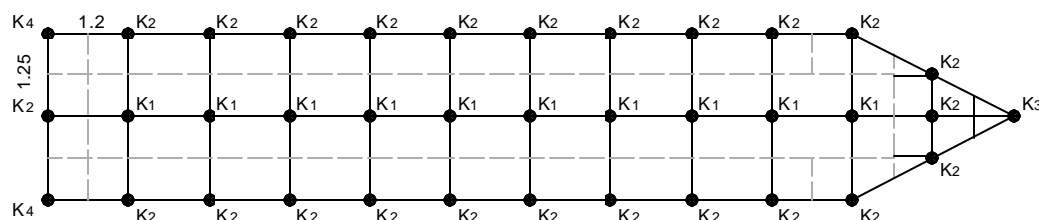
DISEÑO DEL CATAMARÁN

CALCULO DEL CATAMARÁN

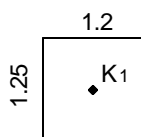
Peso propio estimado de cada catamarán $P=12\text{ Tn}$. Repartido en cada nudo en proporción a los springs.

RESORTES (Springs)

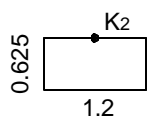
$$K_{agua} = 1\text{ Tn} / \text{m}^3$$



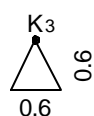
Para K1:



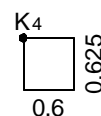
Para K2:



Para K3:



Para K4:



$$K_1 = 1.25 \times 1.2 \times 1 = 1.5\text{ Tn/m.}$$

$$K_2 = 0.625 \times 1.2 \times 1 = 0.75\text{ Tn/m.}$$

$$K_3 = 0.6 \times 0.6 / 2 \times 1 = 0.18\text{ Tn/m.}$$

$$K_4 = 0.6 \times 0.625 \times 1 = 0.375\text{ Tn/m.}$$

Distribución del peso propio del Catamarán: (en cada nudo) $P=12\text{ Tn}$

SPRINGS	CANTIDAD (A)	VALOR SPRINGS (B)	AxB	$\frac{P}{\sum (AxB)} \times B$	$\frac{P \times B}{\sum (AxB)} \times A$	PESO MUERTO	VALOR PESO MUERTO
K1	10	1.500 Tn/m.	15.00	0.531 Tn.	5.305	PM1	0.531
K2	24	0.750 Tn/m.	18.00	0.265 Tn.	6.366	PM2	0.265
K3	1	0.180 Tn/m.	0.18	0.064 Tn.	0.064	PM3	0.064
K4	2	0.375 Tn/m.	0.75	0.133 Tn.	0.265	PM4	0.133
$\sum (AxB)$			33.93	$\sum \approx$	12.000	Tn.	

PESO APROXIMADO DE CADA CATAMARÁN. $W_c = 12 \text{ Tn}$.

TIJERALES TRANSVERSALES PRINCIPALES

$$\text{Área: } 2.50 * 11.5 * 1.18 = 33.92 \text{ m}^2$$

$$W_c = 12 / 33.92 = 0.354 \text{ Tn/m}^2.$$

$$q_c = W_c * l = 0.354 * 1.18 = 0.42 \text{ Tn/m}.$$

TIJERALES EXTREMOS:

$$\frac{q_c}{2} = 0.21 \text{ Tn/m}.$$

SOBRE CARGA

Peso plataforma: 12 Tn .

Peso sobrecarga: $9.60 * 10.55 * 0.5 = 50.64 \text{ Tn}$:

Total sobrecarga: 62.64 Tn .

Cada lado del Catamarán recibe: $62.64 / 2 = 31.32 \text{ Tn}$.

EN LOS TIJERALES PRINCIPALES:

$$W_s / c = 31.32 / 8 = 3.91 \text{ Tn}. \quad q_{s/c} = 3.91 / 2.5 = 1.57 \text{ Tn/m}.$$

EN LOS TIJERALES EXTREMOS:

$$W'_{s/c} = 3.91 / 2 = 1.96 \text{ Tn}. \quad q'_{s/c} = 1.96 / 2.5 = 0.784 \text{ Tn/m}.$$

$$Frío + Fviento + Fpal = 787.5 + 72.2 + 3,150 = 4,010 \text{ Kgf}.$$

$$A = 1.5 * 2.5 = 3.75 \text{ m}^2. \quad W = 4,010 / 3.75 = 1.07 \text{ Tn/m}^2.$$

EN LOS TIJERALES PRINCIPALES:

$$q = 1.07 * 1.25 = 1.34 \text{ Tn/m}.$$

EN LOS TIJERALES EXTERMOS:

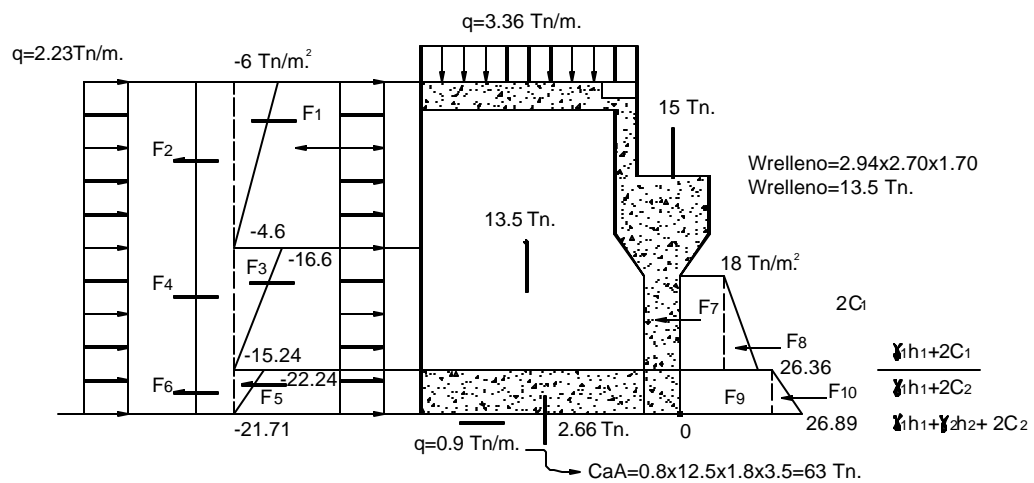
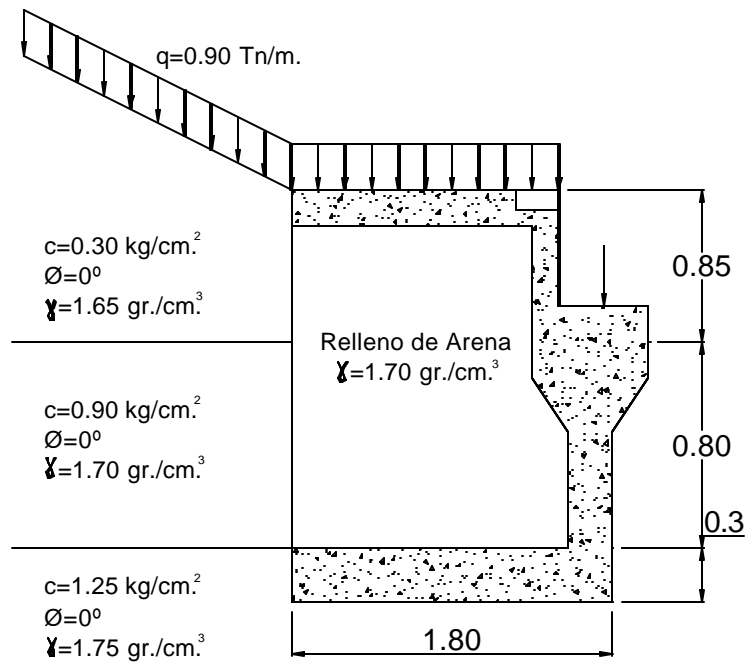
$$q = 1.34 / 2 = 0.67 \text{ Tn/m}.$$

El esquema mostrado fue resuelto mediante el programa SAP 2000 y en las siguientes páginas se muestran los resultados obtenidos.

8.4 DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS CIVILES

DISEÑO DEL ESTRIBO

CALCULO DEL ESTRIBO



Como $f = 0^\circ \rightarrow Ka = 1.00$
 $g_A = gZ - 2C$

Peso de la estructura.

$$\begin{aligned} \text{Paredes laterales} &= 0.20[0.90 \times 1.95 + (0.90/2 + 1.2) \times 0.2] \times 2.4 \times 2 \\ &= 1.89Tn. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= 0.10 \times 0.7 \times 3.5 \times 2.4 = 0.59Tn & d_1 &= 0.35 \\ V_2 &= 0.30 \times 0.5 \times 3.5 \times 2.4 = 1.26Tn & d_2 &= 0.05 \\ V_3 &= 0.20 \times (0.3/2) \times 3.5 \times 2.4 = 0.25Tn & d_3 &= 0.27m. \\ V_4 &= 0.20 \times (0.3/2) \times 3.5 \times 2.4 = 0.25Tn & d_4 &= 0.07m. \\ V_5 &= 0.20 \times 1.2 \times 3.5 \times 2.4 = 2.02Tn & d_5 &= 0.10m. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_1 &= 1.4 \times 0.85 \times (3/2) = 1.79Tn & h_1 &= 1.67m. \\ F_2 &= 4.6 \times 0.85 \times 3 = 11.73Tn & h_2 &= 1.53m. \\ F_3 &= 1.36 \times 0.5 \times 3/2 = 1.63Tn & h_3 &= 0.83m. \\ F_4 &= 15.24 \times 0.8 \times 3 = 36.58Tn & h_4 &= 0.70m. \\ F_5 &= 0.53 \times 0.3 \times 3/2 = 0.24Tn & h_5 &= 0.20m. \\ F_6 &= 21.71 \times 0.3 \times 3 = 19.54Tn & h_6 &= 0.15m. \\ F_7 &= 18 \times 0.8 \times 3 = 43.2Tn & h_7 &= 0.70m. \\ F_8 &= 1.36 \times 0.8 \times 3/2 = 1.63Tn & h_8 &= 0.57m. \\ F_9 &= 26.36 \times 0.3 \times 3 = 23.72Tn & h_9 &= 0.15m. \\ F_{10} &= 0.53 \times 0.3 \times 3/2 = 0.24Tn & h_{10} &= 0.10m. \end{aligned}$$

a) Deslizamiento (cargado)

$$\begin{aligned} \sum F_R &= 63 + (43.2 + 1.63 + 23.72 + 0.24) + (1.79 + 11.73 + 1.63 + 36.58 + 0.24 + 19.54) \\ &= 203.3Tn. \end{aligned}$$

$$\sum Fd = (2.23 + 0.9) \times 1.95 = 6.1Tn.$$

$$Fsd = \frac{203.3}{6.1} = 33.3 \gg 1.5 \text{ OK.}$$

b) Volteo (Cargado)

$$\begin{aligned}\sum Mr &= 15 \times 0.1 + 3.36 \times 1.5 \times 1.05 + 13.5 \times 1 + 2.66 \times 0.9 + (43.2 \times 0.70 + 1.63 \times 0.57 + 23.72 \times 0.15 \\ &+ 0.24 \times 0.10) + (1.79 \times 1.67 + 11.73 \times 1.53 + 1.63 \times 0.83 + 36.58 \times 0.7 + 0.24 \times 0.20 + 19.54 \times 0.15) \\ &+ 1.89 \times 0.75 + 0.59 \times 0.35 + 1.26 \times 0.05 + 0.25 \times 0.27 + 2.02 \times 0.10\end{aligned}$$

$$\sum Mr = 110.27 \text{ Tn.m}$$

$$\sum Md = (2.23 + 0.9) \times \frac{1.95^2}{2} + 0.25 \times 0.07 = 5.97 \text{ Tn - m.}$$

$$Fd_v = \frac{110.27}{5.97} = 18.47 \gg 1.5 \text{ OK.}$$

c) Capacidad Portante

$$P = 3.36 \times 1.80 + 13.5 + 2.66 + 15 + 1.89 + 0.59 + 1.26 + 0.25 + 2.02$$

$$P = 43.47 \text{ Tn.}$$

$$q = \frac{43,470}{180 \times 350} = 0.69 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{ult} = Sc.Ic.CNc$$

$$Ic = 1.00$$

$$Sc = 1 + 0.2 \times \frac{B}{L} = 1 + 0.2 \times \frac{1.8}{3.5} = 1.10$$

$$C = 1.25 \text{ Kg / cm}^2$$

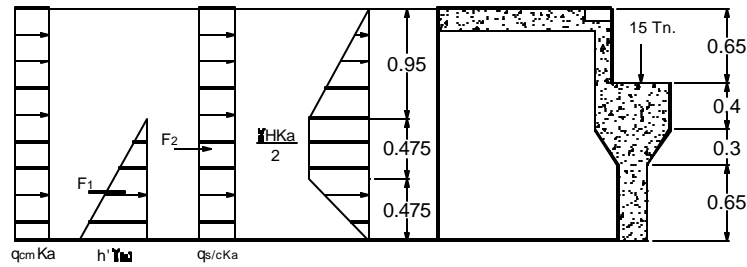
$$\text{Para } f = 0^\circ \Rightarrow Nc = 5.14$$

$$q_{ult} = 1.1 \times 1.25 \times 5.14 = 7.07 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{aum} = 2.36 \text{ Kg/cm}^2 \rangle q = 0.69 \text{ Kg/cm}^2 \text{ OK.}$$

Relleno de Arena $c = 0$; $f = 30^\circ$; $g = 1.70 \text{ Tn/m}^3$

$$\Rightarrow Ka = 0.3333 \text{ (Rankine)} \quad 15/2 \text{ en c/placa.}$$



$$h'gw = 0.50 \times 1 = 0.5 \frac{Tn}{m^2}$$

$$q_{s/c} K_a = 0.30 \times 0.3333 = 0.10 \frac{Tn}{m^2}$$

$$\frac{gi + K_a}{2} = 1.7 \times 1.90 \times 0.3333 = 0.54 \frac{Tn}{m^2}$$

$$q_{cm} K_a = 2.4 \times 0.15 \times 0.3333 = 0.12 \frac{Tn}{m^2}$$

Presiones actuantes

Amplificando Por Código ACI

$$\text{Presión de Agua} = 0.5 \times 1.17 = 0.85 \frac{Tn}{m^2}$$

$$\text{Presión de S/C} = 0.10 \times 1.7 = 0.17 \frac{Tn}{m^2}$$

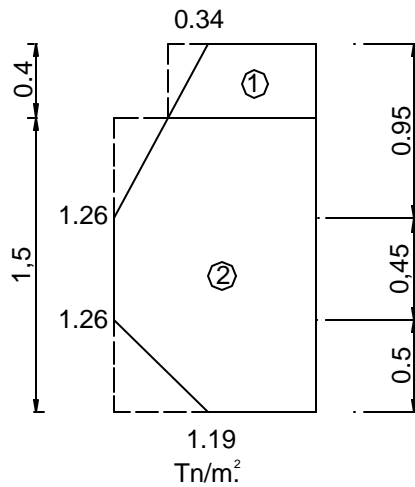
$$\text{Presión de Terreno} = 0.54 \times 1.7 = 0.92 \frac{Tn}{m^2}$$

$$\text{Presión de C.M} = 0.12 \times 1.4 = 0.17 \frac{Tn}{m^2}$$

La separación entre contrafuertes es $S = 3.30m$

$$M^+ = \frac{1}{24} ws^2 \quad ; \quad M^- = \frac{1}{12} ws^2$$

Distribución de Presión Final para refuerzo horizontal



Zona #1

$$w = 0.34 \times 0.4 = 0.1367 Tn / m$$

$$M^+ = \frac{1}{24} \times 0.136 \times 3.3^2 = 0.06 Tn \times m$$

$$M^- = \frac{1}{12} \times 0.136 \times 3.3^2 = 0.12 Tn \times m$$

Zona #2

$$w = 1.5 \times 1.26 = 1.89 \frac{Tn}{m}$$

$$M^+ = \frac{1}{24} \times 0.189 \times 3.3^2 = 0.86 Tn \times m$$

$$M^- = \frac{1}{12} \times 0.189 \times 3.3^2 = 0.72 Tn \times m$$

Chequeando corte

$$n_c = 0.53 \sqrt{f_c'} b w d$$

$$h = 0.20 \rightarrow d = 0.20 - 0.06 = 0.14$$

$$b w = 1.0$$

$$n_c = 0.53 \sqrt{175} \times 14 \times 100$$

$$n_m = 3.91 \times 1 \times \frac{1}{2} = 1.95 Tn \rightarrow U_h = \frac{1.95}{0.85} = 2.3 Tn < n_c \text{ ok.}$$

Aumentando un poco más la pared, tenemos

$$h = 25 cm \quad n_c = 13.32 \frac{Tn}{m}$$

$$d = 19 cm$$

Flexión:
Fierro Horizontal

Zona #1

$$M^- = 0.12Tn \times m$$

$$R_m = \frac{M}{ba^2} = \frac{0.12 \times 10^5}{40 \times 19^2} = 0.83 \frac{Kg}{m^2}$$

$$r = \frac{3780 - \sqrt{3780^2 - 4 \times 53524.8 \times 0.83}}{2 \times 53524.8} = 2.20 \times 10^{-4}$$

$$r_{\min} = 2 \times 10^{-3} > r \quad \Rightarrow r - r_{\min} = 2 \times 10^{-3}$$

Como $M_+ < M_{(-)} \Rightarrow$ Fierro positivo es f mínimo

$$As_{\min} = 2 \times 10^{-3} \times 40 \times 19 = 1.52 cm^2 \quad \left(2f \frac{3}{8"}\right)$$

Zona #2

$$M_{(-)} = 1.72Tn - m$$

$$R_v = \frac{1.72 \times 10^5}{150 \times 19^2} = 3.18 \frac{kg}{cm^2}$$

$$r = \frac{3780 - \sqrt{3780^2 - 4 \times 53524.8 \times 3.18}}{2 \times 53524.8} = 8.52 \times 10^{-4}$$

$$r < r_{\min} \rightarrow As = 2 \times 10^{-3} \times 150 \times 19 = 5.7 cm^2$$

Como en los dos tramos hay fierro mínimo \Rightarrow uniformizamos en toda la pantalla

$$As = 1.52 + 5.70 = 7.22 cm^2$$

$$10f \frac{3}{8"} @ 0.205 m$$

$$6f \frac{1}{2"} @ 0.368 m. \quad \text{mucho}$$

\therefore Uso $10f \frac{3}{8"} @ 0.205 m$ en 2 capas

Fierro Vertical

$$M_{(-)base} = 0.03 r H^2 \left(\frac{S}{H} \right)$$

$$M_{(+)} \quad \frac{H}{4} = \frac{M_{(-)}}{4}$$

Luego:

$$r = 1.26 \times 3.3 = 4.16 \frac{Tn}{m}$$

$$M_{(-)} = 0.03 \times 4.16 \times 1.97 \times \frac{3.3}{1.9} = 0.78 Tn \times m$$

$$M_{(+)} = 0.20 Tn \times m$$

$$R_U = \frac{0.78 \times 10^5}{330 \times 19^2} = 0.65 \frac{Kg}{m^2} \rightarrow r = r_{min} = 0.0015$$

$$A s_{min} = 0.0015 \times 330 \times 19 = 9.40 cm^2$$

\therefore Colocamos $13f \frac{3}{8}'' @ 0.275m$

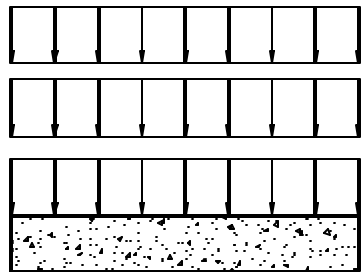
Calculo del cortante en la base

$$V_m = \frac{(0.34 + 1.26) \times 3.3}{2} \times 0.95 + 1.26 \times 0.45 \times 3.3 + \frac{(1.19 + 1.26) \times 3.3}{2} \times 0.50$$

$$V_m = 2.508 + 1.871 + 2.02 = 6.4 Tn \rightarrow V_h = 7.52 Tn$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{175} \times 330 \times 19 = 43.96 Tn \gg V_n \quad \text{Ok!}$$

Diseño del talón



$$\text{Relleno} = 1.7 \times 1.90 = 3.23 \frac{Tn}{m^2}$$

$$\frac{S}{C} = 0.30 \frac{Tn}{m^2}$$

$$CM = 2.4 \times 0.15 = 0.36 \frac{Tn}{m^2}$$

$$PP = 2.4 \times 0.20 = 0.48 \frac{Tn}{m^2}$$

$$q = (0.36 + 0.48) \times 1.4 + (3.23 + 0.3) \times 1.7 = 7.18 \frac{Tn}{m^2}$$

$$\text{Peso de los muros laterales} = 1.75 \times 0.2 \times 2.4 = 0.845 \frac{Tn}{m^2} \text{ (c/u)}$$

Tramo Longitudinal (paralelo al muro)

$$\text{Tomando } h = 30 \rightarrow d = 30 - 8 = 22 \text{ cm}$$

$$M_{(-)} = \frac{wS^2}{12} \quad S = 3.30 \quad \text{en los extremos}$$

$$w = 7.18 \times 1.60 = 11.49 \frac{TN}{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{11.49 \times 3.3^2}{12} = 10.42 Tn \times m$$

$$R_U = \frac{10.42 \times 10^5}{160 \times 22^2} = 13.46 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$r = \frac{3780 - \sqrt{3780^2 \times 4 \times 53524.8 \times 13.46}}{2 \times 53524.8} = 3.76 \times 10^{-3}$$

$$r_{\min} = 1.8 \times 10^{-3} < r$$

$$As = 3.76 \times 10^{-3} \times 160 \times 22 = 13.24 \text{ cm}^2$$

$$f \frac{1}{2^4} \quad 10f \frac{1}{2} \quad @.165 \rightarrow 11f \frac{1}{2^4} \quad @ 0.165 \text{ (arriba)}$$

$$f \frac{5}{8^4} \quad 7f \frac{5}{8^4} \quad @.250$$

$$M_{(+)} = 5.21 Tn - m \quad \rightarrow R_U = 6.73 \frac{Kg}{m^2}$$

$$r = 1.82 \times 10^{-3} > r_{\min}$$

$$As = 1.82 \times 10^{-3} \times 180 \times 22 = 7.24 \text{ cm}^2$$

\therefore Colocamos $10f \frac{3}{8} @ 0.18$ (abajo)

Fuerza cortante en el talón

$$V_m = 7.18 \times 1.60 \times 3.3 + 0.84 + 1.10 \times 2 = 39.76 Tn$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{175} \times 350 \times 22 = 53.9 Tn > V_n = 46.78 Tn$$

Fierro Transversal

$$w = 7.18 \times 3.10 + 0.84 = 23.10 \frac{Tn}{m}$$

$$M_{(-)} = 0.03 \times 23.10 \times 1.60 \times 3.3 = 3.66 Tn - m$$

$$M_{(+)} = \frac{3.66}{4} = 0.92 Tn \times m$$

$$R_U = \frac{3.66 \times 10}{310 \times 22^2} = 2.44 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$r = 6.52 \times 10^{-4} < 1.5 \times 10^{-3} = r_{\min}$$

$$As_{\min} = 1.5 \times 10^{-3} \times 350 \times 22 = 11.55 cm^2$$

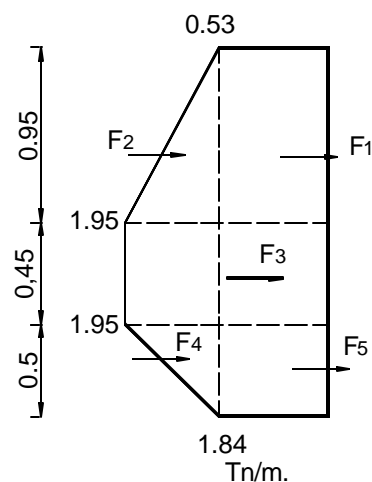
$16f^3/8 @ 0.22$

$9f^1/2 @ 0.41$

\therefore Colocamos $16f^3/8 @ 0.22$ en dos capas

Diseño del contrafuerte

Tomando $h = 25cm \rightarrow d = 26 - 6 \Rightarrow d = 19cm$



$$F_1 = 0.53 \times 0.95 = 0.50 Tn$$

$$F_2 = \frac{1.42 \times 0.95}{2} = 0.67 Tn$$

$$F_3 = 0.45 \times 1.95 = 0.88 Tn$$

$$F_4 = \frac{1.11 \times 0.5}{2} = 0.03 Tn$$

$$F_5 = 1.84 \times 0.50 = 0.92 Tn$$

$$d_1 = 1.43m$$

$$d_2 = 1.27m$$

$$d_3 = 0.73m$$

$$d_4 = 0.33m$$

$$d_5 = 0.25m$$

$$V_m = 0.5 + 0.67 + 0.88 + 0.03 + 0.92 = 3Tn \rightarrow V_h = 3.53Tn$$

$$V_c = 0.53\sqrt{175} \times 102 \times 25 = 178Tn > V_h$$

Flexión

$$M_m = 0.5 \times 1.43 + 0.67 \times 1.27 + 0.73 \times 0.88 + 0.03 \times 0.33 + 0.92 \times 0.25$$

$$M_m = 2.45Tn \times m \quad h = 110 \rightarrow d = 110 - 8 = 102$$

$$R_m = \frac{2.45 \times 10^5}{25 \times 102^2} = 0.94 \frac{Kg}{m^2} \rightarrow r = r_{\min} = \frac{14.1}{fy} = 3.36 \times 160$$

$$As = 3.36 \times 102 \times 25 \times 10^{-3}$$

$$As = 8.56cm^2$$

Si colocamos 2 capas:

$$d = 100cm$$

$$As = 3.36 \times 10^{-3} \times 100 \times 25 = 8.4cm^2$$

$$12f \frac{3}{8} \text{ (6 en cada capa)} \Rightarrow 6f \frac{3}{8} @ 0.025m$$

$$7f \frac{1}{2} \text{ (en 3 capas)}$$

Fierro con tracción horizontal

$$T_m = 3Tn$$

$$As = \frac{3000}{0.9 \times 4200} = 0.79cm^2$$

$$As_{\min} = 0.002 \times 190 \times 25 = 9.5cm^2 > As$$

$$\text{Colocamos } 13f \frac{3}{8} " @ 0.15m$$

Fierro por tracción vertical:

$$T_m = \frac{7.18 \times 3.10 \times 1.60}{2} = 17.8 Tn$$

$$As = \frac{17800}{0.9 \times 4200} = 4.7 cm^2$$

$$As_{\min} = 0.0012 \times 110 \times 25 = 3.3 cm^2 < As \Rightarrow As = 4.7 cm^2$$

Colocamos $7f \frac{3}{8}" @ 0.16m$

DISEÑO DEL MACIZO

MEMORIA DE CALCULO

MACIZO : 1
OBRA : EMBARCADERO FLUVIAL CABO PANTOJA

CONDICIONES: Parte de la fuerza de tension en el cable (75%) se transmite al muro como fuerza actuante y formando un angulo α con la horizontal.

Parametros del suelo:

g_s	=	1.90	Densidad de la arena (Tn/m ³)
g_a	=	2.00	Densidad de la arcilla (Tn/m ³)
g'_a	=	1.00	Densidad sumergida de la arcilla (Tn/m ³)
g_c	=	2.30	Densidad del mortero armado (Tn/m ³)
S	=	40.00	Capacidad Portante del Terreno (Tn/m ²)
C_1	=	3.00	Cohesión de la arcilla (Tn/m ²)
C_2	=	14.00	Cohesión de la arcilla a 3.5 m de profundidad (T/m ²)
f	=	32	Angulo de fricción interna en la arena

Dimenciones del Macizo (Ver grafico adjunto)

a	=	1.5
b	=	0.4
c	=	0.5
d	=	5
L	=	3.5
H_1	=	3
H_2	=	3.5

Tension en el Cable

T	=	15.75	Tension en el cable en toneladas
α°	=	42.9	Angulo del cable con la Horizontal
$T_x = T \cos \alpha^\circ$		$T_x =$	11.54 Tn.
$T_y = T \sin \alpha^\circ$		$T_y =$	10.72 Tn.

Calculo de las Fuerzas en el Macizo:

$W_1 = g_s \cdot a \cdot c \cdot L$		$W_1 =$	6.04 Tn.
$W_2 = g_c \cdot b \cdot (d + c) \cdot L$		$W_2 =$	17.71 Tn.
$W_s = g_s \cdot a \cdot H_1 \cdot L$		$W_s =$	29.93 Tn.
$f = 1/2 \cdot C_2 \cdot (a + b) \cdot L$		$f =$	46.55 Tn.

Empuje Activo (Arena):

$K_a = \tan^2(45 - f/2)$		$K_a =$	0.307
$E_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot g_s \cdot (H_1 + c)^2 \cdot L$		$E_a =$	12.52

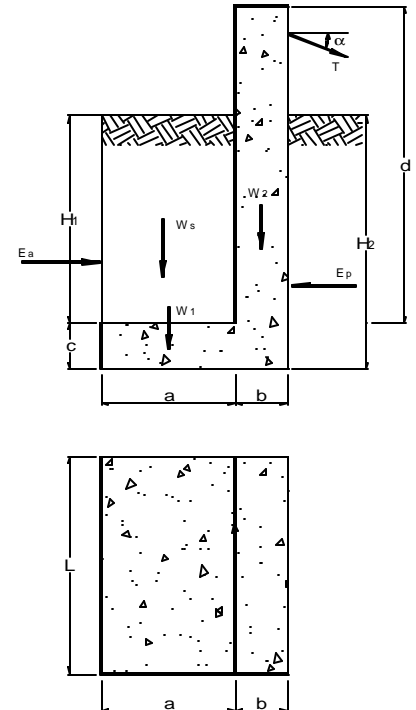
Empuje Pasivo (Arcilla Saturada)

$E_p = \frac{4 \cdot C_1 + g_a}{2} \cdot H_2 \cdot L$		$E_p =$	79.625
---	--	---------	--------

DESPLAZAMIENTO:

Fresistente = $f + E_p$		Fresistente =	126.18
Factuante = $E_a + T_x$		Factuante =	24.05

$FSd = \frac{Fresistente}{Factuante}$		$FSd =$	5.25
---------------------------------------	--	---------	------



VOLTEO:

$$M_{resistente} = (W_1 + W_s) \cdot (a/2 + b) + W_2 \cdot c/2 + E_p \cdot H_2/3$$

$$M_{actuante} = E_a \cdot \frac{H_1 + c}{3} + T_x \cdot (d - 0.5)$$

$$FS_v = \frac{M_{resistente}}{M_{actuante}}$$

$$FS_v = 2.08$$

$$M_{resistente} = 138.680208$$

$$M_{actuante} = 66.519839$$

ESFUERZOS

$$P_t = W_1 + W_s + W_2 + T_y$$

$$A = (a + b) \cdot L$$

$$s_1 = P_t / A$$

$$M = P_t \cdot \frac{(a + b)}{2} - (M_{resistente} - M_{actuante})$$

$$s_2 = \frac{6|M|}{L \cdot (a + b)^2}$$

$$s_{max} = s_1 + s_2$$

$$s_{min} = s_1 - s_2$$

$$P_t = 64.39$$

$$A = 6.65$$

$$s_1 = 9.68$$

$$M = -10.9862083$$

$$s_2 = 5.217036$$

$$s_{max} = 14.90$$

$$s_{min} = 4.47$$

$$Excentricidad = M / P_t$$

$$Excentricidad = -0.17060958$$

$$TercioCentral = (a + b) / 6$$

$$TercioCentral = 0.31666667$$

$$s_{max2} = 2 \cdot \frac{P_t}{3 \cdot \left(\frac{a + b}{2} - excentricidad \right) L}$$

$$s_{max2} = 10.95$$

$$s_{max2} < s \quad \text{Ok!}$$

MEMORIA DE CALCULO

MACIZO : 2
OBRA : EMBARCADERO FLUVIAL CABO PANTOJA

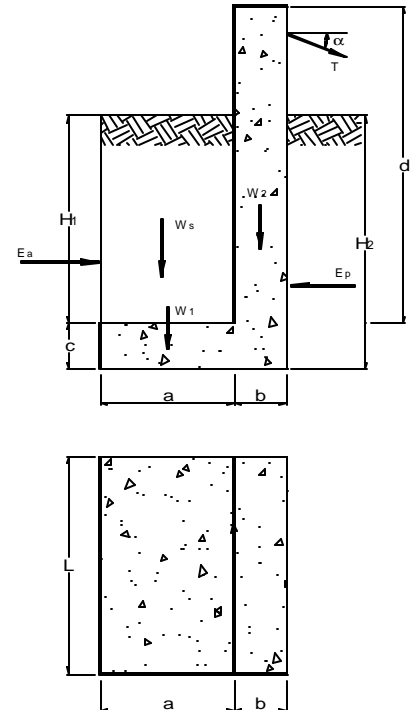
CONDICIONES: Parte de la fuerza de tension en el cable (75%) se transmite al muro como fuerza actuante y formando un ángulo α con la horizontal.

Parametros del suelo:

g_s	=	1.90	Densidad de la arena (Tn/m ³)
g_a	=	2.00	Densidad de la arcilla (Tn/m ³)
g'_a	=	1.00	Densidad sumergida de la arcilla (Tn/m ³)
g_c	=	2.30	Densidad del mortero armado (Tn/m ³)
S	=	40.00	Capacidad Portante del Terreno (Tn/m ²)
C_1	=	3.00	Cohesión de la arcilla (Tn/m ²)
C_2	=	14.00	Cohesión de la arcilla a 3.5 m de profundidad (T/m ²)
f	=	32	Angulo de fricción interna en la arena

Dimenciones del Macizo (Ver grafico adjunto)

a	=	1
b	=	0.4
c	=	0.5
d	=	4
L	=	2.5
H_1	=	3
H_2	=	3.5



Tension en el Cable

T	=	11.4	Tension en el cable en toneladas
α°	=	9.2	Angulo del cable con la Horizontal
$T_x = T \cos \alpha^\circ$		$T_x =$	11.25 Tn.
$T_y = T \sin \alpha^\circ$		$T_y =$	1.82 Tn.

Calculo de las Fuerzas en el Macizo:

$W_1 = g_s \cdot a \cdot c \cdot L$		$W_1 =$	2.88 Tn.
$W_2 = g_c \cdot b \cdot (d + c) \cdot L$		$W_2 =$	10.35 Tn.
$W_s = g_s \cdot a \cdot H_1 \cdot L$		$W_s =$	14.25 Tn.
$f = 1/2 \cdot C_2 \cdot (a + b) \cdot L$		$f =$	24.5 Tn.

Empuje Activo (Arena):

$Ka = \tan^2(45 - f/2)$		$Ka =$	0.307
$Ea = \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot g_s \cdot (H_1 + c)^2 \cdot L$		$Ea =$	8.94

Empuje Pasivo (Arcilla Saturada)

$Ep = \frac{4 \cdot C_1 + g_a}{2} \cdot H_2 \cdot L$		$Ep =$	56.875
--	--	--------	--------

DESLIZAMIENTO:

Fresistente = $f + Ep$		Fresistente =	81.38
Factuante = $Ea + Tx$		Factuante =	20.19

$$FSd = \frac{Fresistente}{Factuante} \quad FSd = 4.03$$

VOLTEO:

$$M_{resistente} = (W_1 + W_s) \cdot (a/2 + b) + W_2 \cdot c/2 + E_p \cdot H_2/3$$

$$M_{actuante} = E_a \cdot \frac{H_1 + c}{3} + T_x \cdot (d - 0.5)$$

$$FS_v = \frac{M_{resistente}}{M_{actuante}}$$

$$FS_v = 1.69$$

$$M_{resistente} = 84.3541667$$

$$M_{actuante} = 49.8159235$$

ESFUERZOS

$$P_t = W_1 + W_s + W_2 + T_y$$

$$A = (a + b) \cdot L$$

$$s_1 = P_t / A$$

$$M = P_t \cdot \frac{(a + b)}{2} - (M_{resistente} - M_{actuante})$$

$$s_2 = \frac{6|M|}{L \cdot (a + b)^2}$$

$$s_{max} = s_1 + s_2$$

$$s_{min} = s_1 - s_2$$

$$P_t = 29.30$$

$$A = 3.5$$

$$s_1 = 8.37$$

$$M = -14.0298913$$

$$s_2 = 7.1794588$$

$$s_{max} = 25.55$$

$$s_{min} = -8.81$$

$$Excentricidad = M / P_t$$

$$Excentricidad = -0.47887436$$

$$TercioCentral = (a + b) / 6$$

$$TercioCentral = 0.23333333$$

$$s_{max2} = 2 \cdot \frac{P_t}{3 \cdot \left(\frac{a + b}{2} - excentricidad \right) L}$$

$$s_{max2} = 6.63$$

$$s_{max2} < s \quad \text{Ok!}$$

DISEÑO DE LAS PANTALLAS

MEMORIA DE CALCULO

PANTALLA : 1
OBRA : EMBARCADERO FLUVIAL CABO PANTOJA

CONDICIONES:

La tension del cable actuante es de 24 Tn.

El angulo "α" es de 22.11°, la pantalla está alejada del macizo una distancia de 10.00 m. (hacia atrás)

Parametros del suelo:

g_s	=	1.9	Densidad de la arena (Tn/m ³)
g_a	=	2.0	Densidad de la arcilla (Tn/m ³)
g'_a	=	0.9	Densidad sumergida de la arcilla (Tn/m ³)
g_c	=	2.3	Densidad del mortero armado (Tn/m ³)
s	=	40.0	Capacidad Portante del Terreno (Tn/m ²)
C_1	=	3.0	Cohesion de la arcilla (Tn/m ²)
C_2	=	14.0	Cohesion de la arcilla a 3.5 m de profundidad (Tn/m ²)
f	=	32	Angulo de friccion interna en la arena
		36	Angulo de friccion interna en la arcilla
		0.5	Coef. friccion de la Arcilla

Dimenciones de la Pantalla (Ver grafico adjunto)

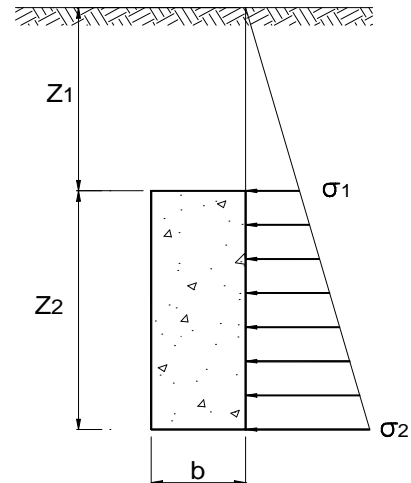
Z_1	=	2.3
Z_2	=	3
a	=	3
b	=	0.8
L	=	3

Empuje Pasivo:

$$Kp = tg(45 + f/2)^2 \quad Kp = 3.255$$

Tension en el Cable:

T	=	24	Tension en el cable en toneladas
α°	=	22.11	Angulo del cable con la Horizontal
$T_x = T \cos \alpha^\circ$		$T_x =$	22.24 Tn.
$T_y = T \sin \alpha^\circ$		$T_y =$	9.03 Tn.



Cálculo de las Fuerzas en la Pantalla:

(Para Condiciones Normales)

(Para condiciones sat)

$Wc = g_c \cdot a \cdot b \cdot L$	$Wc =$	16.56 Tn.	$Wc =$	16.56
$Ws = g_s \cdot Z_1 \cdot b \cdot L$	$Ws =$	10.49 Tn.	$Ws =$	4.97
$s_{a1} = Kp \cdot g_s \cdot Z_1$	$s_{a1} =$	14.22 Tn.	$s_{a1} =$	6.74
$s_{a2} = Kp \cdot g_s \cdot (Z_1 + Z_2)$	$s_{a2} =$	32.77 Tn.	$s_{a2} =$	15.52
$Eppromedio = \frac{s_{a1} + s_{a2}}{2} \cdot Z_2 \cdot L$	$Epprom =$	211.48 Tn.	$Epprom =$	100.18
$Facty = Ws + Wc - Ty$	$Fact y =$	18.01 Tn.	$Fact y =$	12.49
$Fza \text{ fricción} = 0.5(Ws + Wc - Ty)$	$Fza \text{ friccion} =$	9.01 Tn.	$Fza \text{ friccion} =$	6.25

Empuje Activo (Arcilla):

$Ka = tg(45 - f/2)^2$	$Ka =$	0.260	$Ka =$	0.260
$Ea = \frac{1}{2} Ka \cdot g_a \cdot (Z_1 + Z_2)^2 \cdot L$	$Ea =$	21.878	$Ea =$	9.845

DESPLAZAMIENTO:

$Fresistente = Fza \text{ de fricción} + Ep$	$Fresistente =$	220.49	$Fresistente =$	106.42
$Factuante = Ea + Tx$	$Factuante =$	44.11	$Factuante =$	32.08
$FSd = \frac{Fresistente}{Factuante}$	$FSd =$	5.00	$FSd =$	3.32

VOLTEO:

$Mresistente = (Wc + Ws) \cdot (b/2) + Ep \cdot L/2$	$Mresistente =$	328.04	$Mresistente =$	158.88
$Mactuante = Ea \cdot (Z_1 + Z_2)/3 + Tx \cdot L/2$	$Mactuante =$	72.00	$Mactuante =$	50.75
$FSv = \frac{Mresistente}{Mactuante}$	$FSv =$	4.56	$FSv =$	3.13

MEMORIA DE CALCULO

PANTALLA : 2
OBRA : EMBARCADERO FLUVIAL CABO PANTOJA

CONDICIONES:

La tension del cable actuante es de 24 Tn.

El angulo "α" es de 22.11°, la pantalla está alejada del macizo una distancia de 10.00 m. (hacia atrás)

Parametros del suelo:

g_s	=	1.9	Densidad de la arena (Tn/m ³)
g_a	=	2.0	Densidad de la arcilla (Tn/m ³)
g'_a	=	0.9	Densidad sumergida de la arcilla (Tn/m ³)
g_c	=	2.3	Densidad del mortero armado (Tn/m ³)
s	=	40.0	Capacidad Portante del Terreno (Tn/m ²)
C_1	=	3.0	Cohesion de la arcilla (Tn/m ²)
C_2	=	14.0	Cohesion de la arcilla a 3.5 m de profundidad (Tn/m ²)
f	=	32	Angulo de friccion interna en la arena
		36	Angulo de friccion interna en la arcilla
		0.5	Coef. friccion de la Arcilla

Dimenciones de la Pantalla (Ver grafico adjunto)

Z_1	=	2
Z_2	=	2
a	=	2
b	=	0.8
L	=	3

Empuje Pasivo:

$$Kp = tg(45 + f/2)^2 \quad Kp = 3.255$$

Tension en el Cable:

T	=	24	Tension en el cable en toneladas
a°	=	22.11	Angulo del cable con la Horizontal
$T_x = T \cos a^\circ$		$T_x =$	22.24 Tn.
$T_y = T \sin a^\circ$		$T_y =$	9.03 Tn.

Cálculo de las Fuerzas en la Pantalla:

(Para Condiciones Normales)

(Para condiciones sat)

$Wc = g_c \cdot a \cdot b \cdot L$	$Wc =$	11.04 Tn.	$Wc =$	11.04
$Ws = g_s \cdot Z_1 \cdot b \cdot L$	$Ws =$	9.12 Tn.	$Ws =$	4.32
$s_{a1} = Kp \cdot g_s \cdot Z_1$	$s_{a1} =$	12.37 Tn.	$s_{a1} =$	5.86
$s_{a2} = Kp \cdot g_s \cdot (Z_1 + Z_2)$	$s_{a2} =$	24.73 Tn.	$s_{a2} =$	11.72
$Eppromedio = \frac{s_{a1} + s_{a2}}{2} \cdot Z_2 \cdot L$	$Epprom =$	111.31 Tn.	$Epprom =$	52.72
$Facty = Ws + Wc - Ty$	$Fact y =$	11.13 Tn.	$Fact y =$	6.33
$Fza \text{ fricción} = 0.5(Ws + Wc - Ty)$	$Fza \text{ friccion} =$	5.56 Tn.	$Fza \text{ friccion} =$	3.16

Empuje Activo (Arcilla):

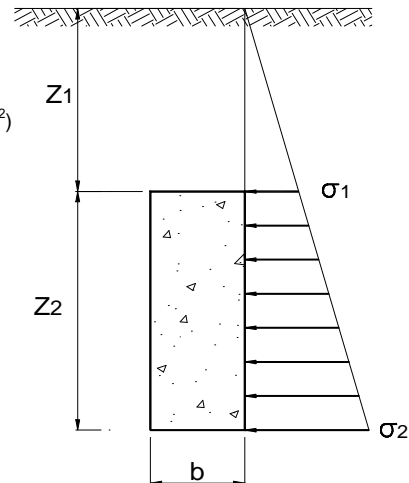
$Ka = tg(45 - f/2)^2$	$Ka =$	0.260	$Ka =$	0.260
$Ea = \frac{1}{2} Ka \cdot g_a \cdot (Z_1 + Z_2)^2 \cdot L$	$Ea =$	12.462	$Ea =$	5.608

DESILIZAMIENTO:

$Fresistente = Fza \text{ de fricción} + Ep$	$Fresistente =$	116.87	$Fresistente =$	55.89
$Factuante = Ea + Tx$	$Factuante =$	34.70	$Factuante =$	27.84
$FSd = \frac{Fresistente}{Factuante}$	$FSd =$	3.37	$FSd =$	2.01

VOLTEO:

$Mresistente = (Wc + Ws) \cdot (b/2) + Ep \cdot L/2$	$Mresistente =$	175.02	$Mresistente =$	85.23
$Mactuante = Ea \cdot (Z_1 + Z_2)/3 + Tx \cdot L/2$	$Mactuante =$	49.97	$Mactuante =$	40.83
$FSv = \frac{Mresistente}{Mactuante}$	$FSv =$	3.50	$FSv =$	2.09



8.5 ESTABILIDAD

No se presentarán problemas de erosión en el estribo por las siguientes razones:

- ❖ La cota máxima del nivel del río es 91.00 m. y la cota de desplante del estribo es de 90.20, es decir el nivel del agua está a solo 0.80 m. por encima del nivel de cimentación.
- ❖ Los suelos que forman el talud son en su mayoría suelos cohesivos de plasticidad media alta, con una consistencia que varía de compacta a dura y con una elevada cohesión que hace que sean muy resistentes a la erosión.

IX. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

9.1 ESTRUCTURAS DE ACERO

A. ALCANCE

En esta sección, se especifican las consideraciones que deben cumplir el suministro de todos los materiales, equipos, mano de obra y los procesos de fabricación de las estructuras de acero del Proyecto de acuerdo con lo indicado en los planos, reglamentos y normas que deben observar.

1. REGLAMENTO Y NORMAS A OBSERVAR

Generalmente, los trabajos de fabricación de estructuras de acero se complementan con lo señalado en los siguientes reglamentos y normas:

ANSI	American National Standards Institute
AISI	American Iron and Steel Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing of Materials
AWS	American Welding Society
SAE	Society of Automotive Engineers
SSPC	Steel Structures Painting Council
DIN	Deutsche Industrie Normen

2. DESCRIPCION TECNICA DE LA PARTIDA

2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.1 Materiales

Los materiales deberán cumplir con las normas ANSI, ASTM o DIN a no ser que otra cosa sea especificada en otras secciones de las especificaciones o en los planos. Los siguientes materiales deberán cumplir:

a) Placas, perfiles, estructuras y barras

Acero al carbono	ASTM A36
Acero resistencia a la corrosión	ASTM A167, tipo 304

b) Pernos, tornillos, espárragos, tuercas

Todos los pernos, tornillos, espárragos y tuercas serán de la forma estándar de roscas de la norma actualizada ANSI B1.1 y el material cumplirá con las siguientes normas:

Acero al carbono	ASTM A307, grado A
Acero al carbono de alta resistencia	ASTM A325

Acero Inoxidable	ASTM A276, tipo 316
Bronce	ASTM B21 aleación 464000 dureza media

c) Fundiciones

Todas las fundiciones cumplirán con las normas siguientes:

Bronce	ASTM B584, aleación 90300
Bronce para bocinas	ASTM B584, aleación 93700

d) Piezas Forjadas

Acero al carbono	ASTM A668, clase D
Aceros Aleados	ASTM A668, clase H

e) Tuberías

Acero al carbono	ASTM A53, GRADO B
Accesorios	ASTM A234

2.1.2 Equipos

Se utilizarán equipos y/o herramientas necesarias para efectuar los trabajos de fabricación de Estructuras de Acero.

2.2. REQUISITOS DE EJECUCION

2.2.1 Planos y Dibujos

Los planos y dibujos se desarrollan de acuerdo a las normas de representación para estructuras de acero, mostrando tamaños y detalles y las ubicaciones relativas de los miembros componentes de la estructura.

Las dimensiones que aparecen en los planos se encuentran referidas al sistema métrico y en cuanto a estructuras de acero se refiere están expresadas en mm. La simbología para las soldaduras corresponde a la convención definida por las especificaciones del "American Welding Society" teniendo en cuenta que las medidas de los cordones de soldadura se expresan en mm.

2.2.2 Intercambiabilidad y Tolerancias

En lo posible todas las piezas iguales se harán con los mismos ajustes y tolerancias de tal manera que puedan ser sustituidas y sean intercambiables. Las piezas nuevas de recambio se harán con las dimensiones de los planos y

calzarán apropiadamente en los ensambles originales. Las tolerancias serán realistas evitándose tolerancias innecesariamente ajustadas.

a) Tolerancia de Fabricación

Todos los componentes estructurales se fabricarán de acuerdo con la última publicación del AISC, así como la erección en fábrica, hermanado y marcación para su fácil ensamble en sitio. Las tolerancias de fabricación estarán dentro del límite especificado en el código, como se menciona a continuación.

Todas las dimensiones menores que 400 mm estarán dentro de un rango de ± 0.8 mm a menos que se especifique otra cosa y que no sean acumulativos. Todas las demás dimensiones estarán en ± 1.5 mm.

2.2.3 Calidad de la Mano de Obra

Para las obras metal mecánicas se empleará mano de obra experimentada y calificada en la fabricación de las estructuras de acero.

2.2.4 Inspección y Ensayos

Todos los materiales que intervienen en la fabricación estarán sujetos a inspecciones y prueba de la calidad del material, tanto por registros de inspección como por inspección inmediata. Se llevará a cabo cualquier ensayo no destructivo y las inspecciones necesarias de cualquier material o manufactura de los cuales se sospeche que adolece de defectos.

2.2.5 Talleres de Fabricación

Se deberá contar con un taller que garantice la normal fabricación de todos los elementos metal mecánicos. Las naves del taller deben contar con energía eléctrica apropiada, un área techada suficiente para albergar las estructuras a fabricarse a fin de preservar los procesos de fabricación de la acción de las lluvias. Todos los trabajos de fabricación de elementos, partes y estructuras se realizarán en el taller y el ensamble, así como otros trabajos menores, se realizará en el lugar de instalación del embarcadero.

2.2.6 Ensamble en Taller

Todos los equipos y construcciones metálicas deberán ser completamente ensamblados en el taller. Todos los dispositivos ajustables se calibrarán y ajustarán bajo las condiciones de operación previstas y deberán ser asegurados para minimizar la necesidad de reajustes en el sitio. Las diferentes partes serán apropiadamente emparejadas y marcadas para asegurar su correcto ensamblaje en el sitio.

2.2.7 Superficie en Contacto

El acabado de las superficies y planchas de base que estén en contacto con otras o con el mortero deberán cumplir con las especificaciones ANSI para acabado de superficie.

2.3 SOLDADURA

2.3.1 Generalidades

El tipo de estructura seleccionada es en base a perfiles de acero formados por planchas soldadas o perfiles Standard. La soldadura deberá cumplir con la Especificación "Specification for Welded Highway and Railway Bridges of the American Welding Society (AWS D1.1.92).

2.3.2 Electroodos

Los electrodos que serán utilizados en la fabricación de las estructuras de acero generalmente son del tipo E7018 y E6011, que deberán ser adquiridos en envases herméticamente sellados o en caso contrario serán secados por lo menos dos horas en un horno a temperaturas entre 230° a 260°C. antes de ser utilizados, debiendo ser utilizados luego, en un lapso de 4 horas. Los electrodos no podrán ser resecados más de una vez.

2.3.3 Calificación de los Soldadores

Todos los operadores de la soldadura se deben calificar en obra, de acuerdo con los requerimientos de la norma AWS D 1.1.92. Los certificados expedidos a los soldadores no deberán tener una antigüedad mayor de 12 meses antes del inicio de la fabricación de la estructura de acero. Los certificados de cada soldador indicarán la institución que lo otorga, el tipo de examen, el tipo de muestras, la posición de las soldaduras, resultado de las pruebas y fecha del examen.

2.3.4 Corte con Oxígeno

El corte con oxígeno deberá hacerse cumpliendo con la norma AWS D1.1.92.

2.3.5 Procedimientos para la calificación de la Soldadura.

Los procedimientos para calificación de las soldaduras de penetración total a tope biseladas deberán estar de acuerdo con la norma AWS D.1.1.92.

Los procedimientos para calificación de las soldaduras en filete deberán cumplir también con la norma AWS D1.1.92.

Todas las soldaduras acanaladas de penetración total deberán ser inspeccionadas por medio de radiografías y la longitud de prueba deberá ser cuando menos una longitud efectiva de 6".

Si el control radiográfico indica cualquier defecto o porosidad que exceda los requisitos de la norma AWS D1.1.92, se considerará que la prueba ha tenido resultado negativo y se deberá reparar la soldadura por el método apropiado en cada caso.

2.3.6 Inspección de Soldadura

La inspección de soldaduras deberá efectuarse tan pronto hayan sido completadas. Los métodos de inspección serán por tintes penetrantes, rayos X, partículas magnéticas y ultrasonido, dependiendo el caso.

Todas las uniones soldadas de las obras vivas, serán inspeccionadas con tintes penetrantes de acuerdo a la norma AWS. D.1.92.

La inspección por partículas magnéticas será conducida de acuerdo con las especificaciones ASTM E109 y E125, grado 2.

La radiografía en soldaduras para las partes sometidas a presión y/o en las que se requiere garantizar resistencia mecánica con hermeticidad, La radiografía de soldaduras en acero estructural, incluyendo el standard de aceptabilidad, se llevará a cabo de acuerdo con la American Welding Society D2.0-66.

Los ensayos ultrasónicos se harán de acuerdo con el apéndice 12, "ASME Boiler and Pressure Vessel Code", sección VIII, división I. Todos los defectos inaceptables en soldaduras serán raspados hasta el metal base y dichas áreas serán revisadas para inspección con partículas magnéticas, ensayo de radiografía o ultrasonido, para asegurar que el defecto haya sido removido completamente antes de la reparación de la soldadura. Todas las soldaduras de reparación serán radiografiadas al 100%.

Cuidados particulares se tomarán para la inspección de piezas fundidas, forjadas y soldadas. Todas y absolutamente todas las soldaduras en obra deberán ser visualmente inspeccionadas.

Las pruebas de soldaduras que deberán realizarse son las siguientes:

Tintes Penetrantes

Las soldaduras a tope de penetración total concernientes a las obras vivas, a las superficies laterales y cubierta de los catamaranes, pontón de apoyo, empalmes a tensión en los elementos del puente, deberán de ser comprobadas con tintes penetrantes.

Ensayo radiográfico (Rayos X)

Las soldaduras a tope de penetración total deberán ser comprobadas radiográficamente de acuerdo a lo siguiente:

- a) Todos los empalmes en tensión y todos los sujetos a esfuerzos reversibles en miembros principales con la excepción de almas de vigas profundas en las cuales solamente se tomará el 1/6 del peralte del alma.
- b) 25% por muestreo de todos los empalmes que trabajen a compresión y corte. El máximo de espaciamiento de radiografías será de cuatro veces la longitud de la placa radiográfica.
- c) En caso que las radiografías indiquen defectos que impliquen rechazo, se deberá radiografiar las áreas comprendidas a cada lado del defecto para determinar la magnitud y extensión de la falla.
- d) Todas las soldaduras que hayan sido encontradas defectuosas deberán ser nuevamente radiografiadas, luego de ser reparadas.

2.4 CONEXIÓN CON PERNOS

- a) Las piezas empernadas se colocarán en estrecho contacto durante la colocación y fijación de los pernos. Cualquier desviación que ocurra durante el ensamble no deberá distorsionar el metal ni agrandar los agujeros. La mala coincidencia de los agujeros será motivo de rechazo de la pieza. La longitud de la rosca de los pernos deberá ser de tal medida que la conexión permita el uso de una sola arandela. Esta longitud deberá verificarse en campo. No se permitirán conexiones con más de dos arandelas.
- b) Los agujeros se harán con taladro o punzonado y su diámetro no será más de 1.6 mm (1/16 pulg.) mayor que el diámetro nominal del perno, a excepción de lo indicado expresamente en los planos.
- c) Las superficies de contacto a ensamblarse deberán estar libres de suciedad, escamas, sueltas, rebabas y otros defectos que pudieran evitar un contacto firme de las partes, excepto las escamas de laminado firmemente adheridas. Las superficies de contacto para las juntas tipo fricción, estarán libres de aceite, pintura, barniz u otro recubrimiento, pero podrán estar galvanizadas por inmersión en caliente, siempre que se cepillen o se traten con chorro de arena antes de colocar los pernos.
- d) Las superficies de piezas unidas con pernos, que están en contacto con la cabeza o la tuerca, no tendrán una pendiente mayor que 1:20 con respecto a un plano normal al eje del perno; cuando la pendiente sea mayor se usará una arandela biselada para compensar la falta de paralelismo. Las partes unidas con pernos deben estar firmemente ajustadas entre sí durante la colocación de los pernos, y no deben quedar separadas por empaques o cualquier otro material compresible.

- e) Todos los pernos de alta resistencia de la serie A325 se ajustarán hasta obtener una tensión inicial no menor que la dada en la tabla 1. Esto se logrará por medio de llaves calibradas adecuadamente (torquímetro). Para el ajuste con llaves calibradas se instalará una arandela endurecida bajo la tuerca o la cabeza, según sea el elemento que gira al ajustar.

Tabla N° 1

DIAMETRO DEL PERNO		TENSION MINIMA EN EL PERNO A325		TORQUE MINIMO EN EL PERNO A325	
(mm)	(pulg.)	(Kg)	(Lba)	(Kg. m.)	(lbs.-pie)
12.7	1/2	5,400	12,000	13.5	100
15.9	5/8	8,600	19,000	27.0	198
19.1	3/4	12,700	28,000	48.5	350
22.2	7/8	17,700	39,000	78.5	569
25.4	1	23,100	51,000	117.0	850

- f) Para pernos normales, las tensiones de ajuste se indican en los planos respectivos.

2.5 PINTURA

2.5.1 Generalidades

La pintura de las estructuras metálicas incluirá la preparación de las superficies de metal antes de la aplicación de la pintura, la protección y secado de las distintas capas de pintura así como el suministro de elementos accesorios, mano de obra y materiales necesarios para completar los trabajos, andamiajes, etc.

2.5.2 Condiciones Ambientales

La pintura no será aplicada cuando el aire presente condiciones de humedad o las condiciones ambientales no favorezcan a la aplicación adecuada de la pintura. No se deberá aplicar pintura en caso de que el metal se encuentre demasiado caliente como para producir ampollas o películas porosas de pintura.

2.5.3 Mezclado de Pintura

La pintura deberá ser mezclada en fábrica. Toda la pintura deberá ser enviada al campo mezclado antes de su aplicación y será agitada en obra para que los segmentos se encuentren en suspensión uniforme.

2.5.4 Limpieza de Superficie

La superficie de metal a ser pintada deberá ser limpiada plenamente, removiendo óxidos, productos de laminación, suciedades, aceites o grasa o cualquier otra sustancia extraña. A no ser que esta limpieza se realice por chorro de arena, todas las áreas soldadas deberán ser neutralizadas químicamente antes de iniciar la limpieza. Luego de la aplicación de la neutralización química deberán ser enjuagadas con agua.

El método recomendable para la limpieza será el de chorro de arena según la norma SSPC-SP-5. Al limpiar con chorro de arena deberá tenerse especial cuidado con la limpieza de las esquinas y ángulos reentrantes.

Antes de aplicarse la pintura deberá eliminarse todo vestigio metálico o de arena de la superficie. La limpieza deberá ser verificada antes de aplicar la pintura y la aplicación de ella será tan pronto se haya terminado la limpieza para evitar la nueva formación de óxido.

La limpieza de chorro de arena deberá efectuarse por medio de pistola SAE N° S-330 o más pequeña utilizando arena fina que pasa la malla N° 16 de la serie U.S.

2.5.5 Preparación y Resane de Superficie

En las zonas en que el "Welding Primer" se encuentre deteriorado por efectos de oxidación y arañones, se deberá proceder a una limpieza mecánica según la norma SSPC-SP-3 eliminando todo el óxido, escoria, pintura anterior y demás substancias visibles por medio de rasqueteado, lijado o cepillado mecánico.

El cepillado mecánico deberá ser hecho a fondo para lograr una superficie completamente limpia y de aspecto metálico. Acto seguido se lavará con solventes (aguarrás mineral para eliminar todos los vestigios de grasa) y se procederá a pintar lo más pronto posible.

2.5.6 Aplicación

La pintura será aplicada de manera uniforme y por mano de obra experimentada. Por tener la pintura alto contenido de sólidos se deberá aplicar con equipo airless. En caso excepcional y sujeto a aprobación, en algunas zonas la pintura podrá ser aplicada con brocha de mano o rodillo con cerda poliéster, con excepción de la pintura a base de aluminio la cual preferiblemente será aplicada con equipo airless. Cualquiera que sea el método, la película de pintura aplicada deberá ser distribuida uniformemente de manera que no se acumule en ningún punto.

En caso de utilizar brochas o rodillo con cerdas de poliéster, la pintura deberá ser aplicada de tal forma que se pueda obtener superficies suaves y uniformes y en contacto pleno con el metal base y con pinturas aplicadas previamente y será trabajada en todas las esquinas y aristas salientes.

2.5.7 Aplicación con Equipo Airless

La aplicación de pintura con equipo airless deberá realizarse sin adición de ningún thinner. Cuando se utilice equipo de spray se podrá aplicar para toques finales una brocha para que asegure un cubrimiento uniforme y elimine arrugas, ampollas y bolsas de aire.

Cuando las superficies sean inaccesibles por brocha, la pintura será aplicada por medio de pistola para asegurar una cobertura total del área a pintar.

2.5.8 Pinturas de Taller

A no ser que se especifique lo contrario, las estructuras de acero deberán ser pintadas en taller con dos capas de pintura anticorrosiva como la descrita anteriormente y ser verificada antes de ser enviadas a obra.

La superficie que no sea accesible de pintar luego de su instalación deberá ser pintada con tres capas, las superficies en contacto no deberán ser pintadas.

Las superficies de contacto en campo que no sean pintadas en el taller deberán protegerse con una película de laca u otro medio de protección que la proteja antes de la instalación.

Las superficies en contacto con el mortero no deberán ser pintadas. El acero estructural que deba ser soldado no deberá ser pintado antes de ejecutar la soldadura, En caso que fuera a ser soldado en el taller y posteriormente empernado recibirá una mano de pintura en taller tan pronto se termine la soldadura. El acero que deba ser soldado en cambio recibirá una mano aceite de linaza hervido u otro medio de protección aprobado.

Las marcas para erección e identificación en campo de los elementos de las estructuras solamente se pintarán sobre áreas que hayan sido previamente pintadas en el taller. No deberán enviarse a obra elementos de acero cuya pintura no haya sido totalmente secada y bajo ninguna circunstancia 24 horas después de haberse aplicado.

2.5.9 Pintura de Obra

Efectuados los trabajos de instalación incluyendo emperrados, soldadura de campo, etc., los elementos deberán ser limpiados de todo óxido, suciedad, grasa y otra materia extraña de la manera que fuera especificada.

Las superficies que no sean accesibles a pintura después de la instalación deberán ser pintadas antes de terminar la instalación. Bajo ninguna

circunstancia deberá aplicarse una capa de pintura hasta que la anterior haya secado totalmente.

Si el tráfico propio de la obra produce considerable cantidad de polvo, se deberá tomar todas las precauciones necesarias para que el polvo no entre en contacto con superficies con pintura fresca o en superficies inmediatamente antes de la aplicación de la pintura.

2.5.10 Acabado de Superficies, Pintura y Protección Corrosiva

Se verificará la preparación de las superficies, aplicación de imprimante y recubrimiento de acabado de todas las superficies, según lo especificado. Los recubrimientos no se aplicarán en clima húmedo o superficies húmedas, o en recubrimientos que no están secos o endurecidos.

Todos los equipos suministrados serán protegidos por pintura u otros medios.

Sin embargo las siguientes superficies no serán protegidas.

- ◆ Superficies de bronce
- ◆ Superficies en contacto con concreto.
- ◆ Superficies y bordes a ser soldados en obra.
- ◆ Superficies maquinadas.

Las superficies maquinadas se protegerán con un acabado soluble. La imprimación no se aplicará dentro de 10 cm desde los bordes de cualquier superficie a ser soldada en obra.

Todas las soldaduras en campo se esmerilarán y limpiarán al metal blanco de acuerdo con la Norma SSPC-SP10. Los recubrimientos de imprimación y de acabado se aplicarán a las soldaduras en campo de acuerdo con el procedimiento recomendado por el proveedor.

Las superficies imprimadas en fábrica y que requieran retoque se limpiarán con un solvente de acuerdo con la Norma SSPC-SP1 y tendrán una cubierta de acabado de acuerdo con el procedimiento del proveedor.

2.5.11 Sistemas de Recubrimiento Específico

A continuación se indican los procedimientos específicos que deben seguirse para efectuar el recubrimiento de los diferentes tipos de construcciones metálicas:

Sistema de Recubrimiento S-1

<u>Tipo de Sistema de Recub.</u>	<u>Superficies en Contacto con Agua</u>
Ubicación	Superficies exteriores de catamaranes, pontón de apoyo y componentes metálicos de anclas
Preparación de la Superficie	Limpieza con arenado al metal blanco según SSPC SP10, perfil del arenado ("blast profile"): 0.05 mm.
Cubierta del imprimante	Un imprimante inorgánico de zinc.. Espesor 0.06 mm.
Color	Opcional
Limpieza de la Superficie	Si hay retardo, se efectuará limpieza por solvente según SSPC SP1. Si hay deterioro para limpieza en sitio, emplear herramienta según SSPC SP3.
Recubrimiento Final	Dos capas de "High build coaltar epoxi". Espesor de película seca: 0.20 mm por capa (mínimo).
Color de Acabado	Negro (exteriores), gris (interiores).

Sistema de Recubrimiento S-2

<u>Tipo de Sistema de Recub.</u>	<u>Esmalte de equipo</u>
Servicio	Exposición al clima y alta humedad
Ubicación	Superficies interiores de catamaranes, pontón de apoyo, puente basculante, plataforma de descarga, placas de amarre y otros componentes.
Preparación de la Superficie	Limpieza con arenado al metal blanco según SSPC SP10, perfil del arenado ("blast profile"): 0.05 mm.
Recubrimiento del imprimante	Imprimante inorgánico de zinc primer espesor de película 0.06 mm
Color	Gris.
Limpieza de la Superficie	Si hay retardo, se efectuará limpieza por solvente según SSPC SP1. Si hay deterioro y retoque en sitio, emplear herramienta

<u>Tipo de Sistema de Recub.</u>	<u>Esmalte de equipo</u>
	según SSPC SP3.
Recubrimiento Final	Dos capas de poliamina epóxica (polymide epoxy). Espesor de película seca: 0.20 mm por capa.
Color de Acabado	Primera y segunda capa: A decidir por la Supervisión.

Sistema de Recubrimiento S-3

<u>Tipo de Sistema de Recub.</u>	<u>Esmalte de equipo</u>
Servicio	Exposición interior y exterior
Ubicación	Estructuras de soporte de cables de izaje, apoyos de puente, cubrejuntas, rampas y complementos.
Preparación de la Superficie	Limpieza con chorro de arena según SSPC SP5, perfil del arenado ("blast profile"): 0.05 mm.
Recubrimiento del imprimante	Una cubierta de imprimante alquídico primer espesor de película seca 0.06 mm
Color	Opcional
Limpieza de la Superficie	Si hay retardo, se efectuará limpieza por solvente según SSPC SP1. Si hay deterioro usar herramienta según SSPC SP3., para limpieza en sitio.
Recubrimiento Final	Dos capas de recubrimiento alquídico (alkid), esmalte para exteriores. Espesor de película seca: 0.20 mm por capa (mínimo).
Color de Acabado	A ser decidido por la Supervisión.

Sistema de Recubrimiento S-4

<u>Tipo de Sistema de Recub.</u>	<u>Esmalte de equipo</u>
Servicio	Repintado de superficies previamente pintadas de fábrica.
Ubicación	Tecles y equipos de izaje
Preparación de la Superficie	Limpieza a base de un solvente según SSPC SP1, y limpieza con herramientas

<u>Tipo de Sistema de Recub.</u>	<u>Esmalte de equipo</u>
	según SSPC SP3.
Recubrimiento del imprimante	Una o dos capas de esmalte alquídico ("alkyd enamel"). Espesor de película seca: 0.10 mm por capa (mínimo).
Color	Opcional
Limpieza de la Superficie	Si hay retardo, se efectuará limpieza por solvente según SSPC SP1. Si hay deterioro y retoque en sitio, emplear herramienta según SSPC SP3.
Recubrimiento de acabado	Una o dos capas de esmalte alquídico ("alkyd enamel"). Espesor de película seca: 0.10 mm por capa (mínimo).
Color de Acabado	A ser decidido por la Supervisión.

2.5.12 Inspección y Control de la Pintura.

Prevía a la aplicación de la pintura, la superficie será inspeccionada para verificar el trabajo de preparación de la Superficie. Los espesores de cada capa de pintura se controlarán una vez estas se encuentren secas.

2.5.13 Rechazo de la Pintura

Si la aplicación de la pintura no se ha realizado cumpliendo con estas especificaciones o no presenten una superficie uniforme y aceptable, se rechazará la pintura y se ordenará que sea removida, limpiada y aplicada nuevamente.

Para la culminación de los trabajos de pintura, se efectuará un protocolo de calibración se espesores. La elección de los puntos de calibración se realizará de acuerdo a la norma de control de aplicación de pintura y el trabajo será rechazado si es que el 20% de estos puntos elegidos se encuentran debajo del espesor nominal.

3. PARTICULARIDADES DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS

Por ser los catamaranes y el pontón de apoyo, estructuras que además de ser resistentes deben ser herméticas, deberán cumplir con las siguientes particularidades:

3.1 SUMINISTRO

El alcance del suministro comprende la estructura metálica integral conformada por estructuras principales, arriostres, viguetas y planchas de cubierta; complementos tales como escotillas, tubos de ventilación, refuerzos para placas

de amarre y cabrestantes (poleas, rodillos guía, etc), bitas, refuerzos en los bordes para el contacto con cables y cadenas, así como complementos para la instalación de defensas.

Deberá contar con facilidades para el emplazamiento de los complementos necesarios para el apoyo del puente, la rampa de acceso, el amarre de los anclajes y otros accesorios. Complementariamente deberá contarse con refuerzos interiores en los puntos donde se concentren altas solicitaciones de carga.

3.2 CONTROL DE CALIDAD

Se verificará la calidad de los materiales y el proceso constructivo. En el caso de las planchas se tomarán muestras para efectuar análisis químicos y ensayos mecánicos en laboratorios calificados. Las uniones soldadas se someterán a ensayos no destructivos; el 100% de las uniones se inspeccionarán por tintes penetrantes y ultrasonido, complementariamente se inspeccionarán por radiografía la totalidad de los nudos de soldadura correspondientes a las obras vivas (en contacto con agua) y no menos del 30% del total de los cordones de soldadura de estas obras vivas.

Acabado:

Los catamaranes contarán con sistemas de recubrimiento superficial de alta duración, correspondiente al sistema S1, indicado en la sección Sistema de Recubrimiento de estas especificaciones, en todas las superficies exteriores (fondo, placas laterales y cubierta superior). Así mismo, se tendrá cuidado en dar protección superficial a las superficies interiores correspondiente al Sistema S2.

9.2 APOYOS DEL PUENTE

1. ALCANCE

El puente basculante contará con 2 pares de apoyos fijos en ambos extremos. En la ribera, lado del estribo, extremo del apoyo se ha previsto una longitud de desliz a fin de compensar los pequeños desplazamientos que pudieran tener a lugar debido a los efectos basculantes del puente.

El suministro comprende, además de los componentes a ser fabricados de acuerdo a los diseños mostrados en los planos, los pernos y complementos para la fijación del puente en los apoyos, laines de nivelación a ser colocadas entre los apoyos y las bases del puente, como entre los apoyos fijos, el pontón de apoyo y el estribo; también están incluidas las tuercas y complementos para el anclaje de los apoyos en el estribo de mortero y el pontón de apoyo.

2. DESCRIPCION TECNICA DE LA PARTIDA

2.1 COMPONENTES

2.1.1 Apoyos fijos basculantes en el estribo

Estos apoyos son del tipo articulado, con una parte anclada al estribo y otra parte unida mediante pernos a la base del puente. La base del apoyo cuenta con una caja muescada que permite pequeños deslizamientos de los apoyos que pudieran tener a lugar, debido al efecto basculante del puente. Contará con cojinetes, materiales y lubricantes sólidos, apropiados para un trabajo en contacto con agua.

2.1.2. Apoyos deslizantes.

Estos apoyos son del tipo articulado, con una parte anclada en el pontón de apoyo y otra parte unida mediante pernos a la base del puente. Contará con cojinetes, materiales y lubricantes sólidos, apropiados para un trabajo en contacto con agua.

2.2 MATERIALES

Los materiales y accesorios a ser usados en la construcción de los apoyos del puente cumplirán las siguientes especificaciones:

- Planchas y perfiles de acero, ASTM A36.
- Electrodo de soldadura E6011 + E7018.
- Barras de acero SAE 1060 ó SAE 1045.
- Cojinetes de bronce con lubricante sólido incorporado con una presión admisible de 5 kg/mm^2 .
- Acero fundido.
- Pernos de anclaje de acero galvanizado de acuerdo a ASTM A394 tipo 3.
- Tuercas ASTM A563, grado DH3.

2.3 EJECUCIÓN

De acuerdo a la información técnica confirmada de los componentes de los sistemas de apoyo, donde se indique las dimensiones y designaciones de las planchas, soldaduras, barras a ser maquinadas, cojinetes, sujetadores y otros materiales, se procederá a la fabricación de los elementos.

También se presentarán los planos de taller donde se indiquen las medidas constructivas de las piezas elaboradas así como sus tolerancias y calidad de rugosidad superficial, los cuales deberán ser verificados.

2.3.1 Proceso Constructivo

Consiste un programa detallado de trabajo, que cubra la habilitación, preparación, maquinado, soldadura y acabado superficial.

2.3.2 Control de Calidad

Las uniones soldadas sometidas a esfuerzos de tracción serán sometidas a pruebas por partículas magnéticas y ultrasonido. Todas las soldaduras que hayan sido encontradas defectuosas deberán de ser sometidas a inspección, luego de ser reparadas.

9.3 DEFENSAS DEL MUELLE FLOTANTE

1. ALCANCE

El muelle contará con un sistema de defensa para amortiguar el efecto de los impactos que se produzcan sobre el catamarán durante el acoderamiento de las embarcaciones. Este sistema estará fijado sólidamente en el Catamarán sin afectar su hermeticidad.

Se deberá suministrar todos los componentes del sistema de defensa como se especifica en el siguiente documento. El alcance del suministro comprende, elementos amortiguadores de impacto (llantas), cables y grapas para la suspensión de los amortiguadores, así como todos los complementos necesarios para su fijación en el pontón.

2. DESCRIPCION TECNICA DE LA PARTIDA

2.1 MATERIALES

Cumplirán las siguientes especificaciones:

- ◆ Amortiguadores de caucho moldeado constituidos por un paquete de llantas radiales, normales y livianas usadas de aproximadamente 0.75 m y de zapatilla hecha de la banda de rodamiento de una llanta de 1 m de diámetro. Las llantas deben de tener buena apariencia y no deben de mostrar signos de presencia de lonas en la banda de rodamiento. Las llantas interiores deberán de ser seleccionadas de tal manera que encajen dentro de la anterior sin afectar su banda.
- ◆ Argollas de anclaje de barra de acero Ø 5/8" con placa de acero.
- ◆ Tuercas ASTM A563, grado DH3.
- ◆ Cable de acero galvanizado con alma de fibra 6 x 37, Ø 5/8".
- ◆ Grilletes.

2.2 EJECUCIÓN

2.2.1 Proceso Constructivo

Se efectuará la habilitación y preparación de los paquetes de llantas, preparación y soldadura de los accesorios para la suspensión de estos paquetes.

2.2.2 Control de Calidad

Se verificará las condiciones de las llanta a ser usadas en el sistema de defensas. Se retirará aquellas llantas que no cumplan con las exigencias solicitadas. También se verificará la calidad de los demás materiales y el proceso constructivo.

9.4 ESTRUCTURAS DE MADERA

1. ALCANCE

Comprende el suministro, preparación, armado, tratamiento y colocación de la madera estructural a utilizar en el puente basculante y plataforma de descarga.

2. REGLAMENTO Y NORMAS A OBSERVAR

Reglamento Nacional de Construcciones (RNC)

3. DESCRIPCION TECNICA DE LA PARTIDA

3.1 MATERIALES

a) Madera de Construcción Estructural

Madera estructural o madera para estructuras es aquella que cumple con la Norma ITINTEC 251.104, con características mecánicas para resistir cargas.

Las condiciones que debe satisfacer este material son las siguientes:

- ◆ Debe ser material clasificado como de calidad estructural para lo cual debe cumplir con la Norma de Clasificación Visual por Defectos.
- ◆ Debe ser madera proveniente de las especies forestales consideradas como adecuadas para construir y que cumplan con la Norma E-101 (Agrupamiento de maderas para uso estructural).

b) Agrupamiento

El agrupamiento está basado en los valores de la densidad básica y de la resistencia mecánica. Los valores de la densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles para los grupos A, B y C serán:

A. Densidad Básica

GRUPO	DENSIDAD BASICA gr/cm ³
A	> 0,71
B	0,56 a 0,70
C	0,40 a 0,55

B. Módulo de Elasticidad

GRUPO	Módulo de Elasticidad (E) Mpa (Kg/cm ²)
-------	--

	E Mínimo	E Promedio
A	9 316 (95 000)	12748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

c) Norma de Clasificación Visual

La Norma de Clasificación Visual por Defectos PADT-REFORT, está destinada a clasificar la madera aserrada para uso estructural. Todas las piezas deberán satisfacer la mencionada regla para clasificar como Madera Estructural.

- ◆ Abarquillado: No mayor del 1% del ancho de la pieza.
- ◆ Arqueadura: Se permite 1 cm por cada 300 cm de longitud
- ◆ Encorvadura: Se permite 1 cm por cada 300 cm de longitud
- ◆ Torcedura: Se permite 1 cm de alabeo para una pieza de 3 m de longitud.

d) Certificación de la madera

La madera a ser utilizada que clasifica dentro del Grupo A deberá ser certificada por una Entidad debidamente calificada.

Se rechazará y ordenará el retiro de la Obra de la madera no certificada.

3.2 EJECUCIÓN

La madera deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Fisuras: El tamaño máximo de fisuras y grietas en cualquier sección no serán mayores a 1 mm de espesor y la profundidad no mayor a 2 mm.
- b) Pendiente o Desviación de Granos: La máxima desviación de granos no deberá exceder al 1/10 cuando su medida sea referida a uno de los bordes del costado.
- c) Nudos: No deberán existir nudos en ningún miembro mayores que el 30% de una de sus dimensiones.

3.2.1 Contenido de humedad de la madera

La madera deberá contener un máximo de 18% de humedad, debiendo realizarse la verificación mediante el uso de un Hidrómetro con la certificación de un Laboratorio debidamente calificado.

3.2.2 Plataforma de Madera del Puente y Plataforma de descarga

La plataforma de madera que cubre el piso del puente de acceso y plataforma de descarga, se colocará de manera que no existan mayores diferencias entre las unidades y se deberá cuidar que la impresión general de la cubierta sea de vista y textura sensiblemente uniforme.

Las unidades deberán cumplir con la designación del Acuerdo de Cartagena, según la cual se deberá ajustar a las propiedades de la madera Grupo A y se tratará con pentaclorofenol para protegerlas de los insectos (termitas).

3.2.3 Trazado y Tolerancias

Para miembros de espesor y ancho que no excedan a 100 mm, la tolerancia será de -1 a $+3$ mm de espesor; y cuando exceda a 100 mm, la desviación permisible será de -2 mm a 6 mm.

3.2.4 Uniones

Los huecos para los pernos de madera serán taladrados en una sola dirección, su diámetro no excede en ningún caso 1.6 mm al diámetro del perno.

9.5 ANCLAJE AL RIO DEL MUELLE FLOTANTE

1. ALCANCE

Comprenden todos los elementos necesarios para fijar el muelle flotante hacia el lecho del río. Los sistemas de anclaje comprendidos en el alcance de la presente especificación son:

Anclaje del lado de proa

Anclaje del lado de popa

El alcance del suministro comprende tecles, cadenas, cables, grapas, guardacables, grilletes y complementos para la fijación de las anclas.

2. REGLAMENTOS Y NORMAS A OBSERVAR

Ver Especificaciones Técnicas de Estructuras de Acero

3. DESCRIPCION TECNICA DE LA PARTIDA

3.1 COMPONENTES

Cada anclaje del pontón al río comprende los siguientes componentes: cadena de acero, grilletes, cable de acero y elementos de acople a un ancla de acero y mortero.

3.2 MATERIALES

Los materiales deberán cumplir las siguientes especificaciones:

Planchas y perfiles de acero, ASTM A36

Electrodos de soldadura E6011 + E7018

Barras de acero SAE 1060

Cables de acero mejorado galvanizado con alma de fibra 6x37 de 1" de diámetro

Cadenas con contrate de acero forjado de $\frac{3}{4}$ grado U2

Grilletes de acero forjado Crosby

Polea guía de acero maquinado.

Además, para aumentar la capacidad de peso muerto del ancla, se ha considerado que el 30% del peso muerto este compuesto por los desperdicios de metal que se tiene debido a la fabricación de todos los elementos metálicos del embarcadero.

3.3 EJECUCIÓN

3.3.1 Proceso constructivo.

Se deberá presentar un programa detallado de trabajo, que cubra la habilitación, preparación, maquinado, soldadura y acabado superficial.

3.3.2 Control de calidad.

Se verificará la calidad de los materiales y el proceso constructivo. En el caso de los cables y cadenas se tomarán muestras para efectuar análisis químicos y ensayos mecánicos en laboratorios calificados.

3.3.3 Acabado.

Las placas y elementos de amarre de las poleas, estopores de cadenas y cáncamos recibirán un sistema de recubrimiento superficial de alta duración, correspondiente al sistema S1, indicado en la sección Sistemas de Recubrimiento de estas especificaciones.

9.6 EXCAVACIONES

1. ALCANCE

Se encuentran comprendidos la excavación masiva, excavación para cimentación de estructuras, excavación para cables, etc.

2. REGLAMENTO Y NORMAS A OBSERVAR

Reglamento Nacional de construcciones (RNC)

3. DESCRIPCION TÉCNICA DE LA PARTIDA

3.1 EXCAVACIÓN MANUAL

3.1.1 Descripción

Comprende la excavación a efectuar con personal, para movimiento de tierras de acuerdo a los niveles de excavación y las dimensiones mostradas en los planos y la posterior eliminación de los materiales excavados.

3.1.2 Protección Durante la Excavación

Durante el período de ejecución de la excavación, el área será mantenida de manera que esté bien drenada. Las zanjas laterales o cunetas usadas para drenaje serán construidas de manera que no ocasionen erosión de los rellenos ya construidos, realizar entibados o tablestacados como soporte y protección de las paredes de la excavación, también se debe prever la construcción de techos provisionales con materiales de la zona.

3.1.3 Ejecución

Toda la excavación debe efectuarse hasta los límites mostrados en los planos. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que el fondo de la

excavación se conserve en la mejor condición posible. Todas las excavaciones excedentes deberán rellenarse con materiales apropiados.

3.1.4. Eliminación de los Materiales Excavados

Tanto como sea posible, todos los materiales apropiados provenientes de la excavación y que satisfagan estas especificaciones se usarán en la construcción permanente.

Los materiales excavados que sean inapropiados o que resulten en exceso de los necesarios deberán eliminarse a lugares previamente aprobados.

3.1.5 Control Geométrico

El corte será ejecutado de acuerdo a las dimensiones mostradas en los planos, admitiéndose las siguientes tolerancias:

Variación máxima de cota: ± 100 mm.

Variación máxima de ancho: ± 200 mm.

3.2. EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

3.2.1 Descripción

Comprende la excavación mediante equipo ligero o labor manual, de todo el material de cualquier naturaleza, que deba ser removido para proceder a la construcción de las cimentaciones y elevación de las estructuras del Proyecto, de acuerdo a los planos.

3.2.2 Ejecución

Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todo su ancho y largo las estructuras correspondientes.

Los trabajos de excavación a efectuarse para la construcción de los Macizos, Pantallas y Estribo de puente, deberán planificarse de manera tal que no disturben el suelo natural que se encuentra adyacente a los muros laterales y frontal hacia el río.

La excavación para dichos muros deberá ser lo más vertical y uniforme posible, de forma tal que posteriormente a la excavación se pueda efectuar el vaciado de una capa de mortero de 10 mm de espesor, resistencia a la compresión de $f'c = 10$ Mpa, que sirva de encofrado exterior para la construcción de los muros indicados.

Para el caso de las pantallas, los trabajos de excavación a efectuarse deberán planificarse de manera tal que no disturben el suelo natural que se encuentra detrás de las mismas. La excavación para dichos muros deberá tener la inclinación indicada en los planos y seguir el mismo procedimiento descrito anteriormente antes de proceder con el vaciado de los mismos.

Cuando sea necesario, deberán construirse las defensas (entibados, tablestacados, etc.) para asegurar la estabilidad de las paredes de las excavaciones.

El fondo de cualquier excavación sobre el cual se apoyará una estructura de cimentación deberá ser nivelado, rebajando los puntos altos pero de ninguna manera rellenado los puntos bajos.

Las excavaciones para cimentación de estructuras no llegarán inicialmente hasta la cota definitiva, deteniéndose como mínimo 100 cm. antes, para evitar el ablandamiento del fondo de la excavación por la acumulación de agua de lluvia y la circulación de personas. El corte hasta el nivel definitivo se realizará únicamente durante las 24 horas previas a la construcción de la cimentación.

3.2.3 Bombeo de agua para control del nivel freático

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales equipo y la ejecución de las operaciones necesarias para deprimir o contener el nivel freático de manera que quede por debajo del nivel de excavación, o garantizar que la contención del nivel freático sea de tal manera que no existirá ningún ablandamiento del suelo que servirá de base para cualquier tipo de construcción.

Se ejecutará la operación del sistema de contención del nivel freático respectivo, de tal manera que la velocidad y el caudal de bombeo no produzcan ningún daño en el subsuelo por variación demasiado rápido del nivel freático. Así mismo para el caso de un ascenso brusco del nivel freático por paralización en la operación del sistema.

Las actividades consideradas dentro de este ítem, comprenden además de lo mencionado anteriormente, las siguientes:

- Instalación y mantenimiento del equipo de bombeo, incluyendo todos los materiales de consumo.
- Operación del sistema, incluyendo combustibles y otros materiales de consumo para la operación del sistema
- Construcción de pozos y zanjas eventualmente revestidas, incluyendo todo movimiento de tierras.
- Suministro, transporte e instalación de lancetas, tuberías y mangueras en caso sea necesario.
- Mantenimiento permanente de pozos, zanjas, tuberías y mangueras.
- Colocación de filtros en los pozos para evitar la succión de partículas finas, si fuere necesario.

- Desalojo total de las instalaciones, una vez construida la obra o terminadas las excavaciones.
- Reparación de todos los daños producidos en el terreno y/o los cauces que sirvieron para la evacuación de las aguas.

9.7 OBRAS DE MORTERO ARMADO

A. MORTERO

1. ALCANCES

Comprende el suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la preparación, transporte, colocación, acabado y curado del mortero o concreto para todas las estructuras de este tipo en el Proyecto, conforme los planos y Especificaciones, así como las pruebas de control de calidad previas y durante los vaciados de Mortero, conforme se detallan en estas especificaciones.

2. REGLAMENTO Y NORMAS A OBSERVARSE

Todos los trabajos de mortero aquí indicados y especificados se complementan con lo señalado en los siguientes reglamentos y normas:

- ♦ Reglamento Nacional de Construcciones.
- ♦ Normas ITINTEC correspondientes.
- ♦ Normas ACI correspondiente.
- ♦ Normas ASTM correspondiente.

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PARTIDA

3.1 CALIDAD DE MORTERO

La clasificación de Mortero, por su calidad esta definida por:

- ♦ La resistencia a la compresión según las especificaciones N.T.N. ITINTEC 339.034 o ASTM C39 y las estipulaciones de esta especificación.

3.2 DEFINICIONES

Mortero Simple:

Mortero colocado en elementos no armados. El mortero simple de $f'c = 10$ Mpa, será usado en el caso de solados, en las superficies verticales (pañeteo) o inclinadas de excavación a utilizarse de encofrado exterior en el caso de los macizos, pantallas de anclaje, estribo de puente y en las zonas indicadas en los planos o como relleno según se especifique.

Mortero Estructural o Mortero Armado:

Mortero colocado en elementos con armaduras de resistencia a la compresión $f'c = 20$ Mpa o lo indicado en los planos.

3.3 COMPOSICION DEL MORTERO

El Mortero estará compuesto por cemento Portland, agregado fino, agua y eventualmente incluirá aditivos. Estos últimos se emplearán solamente cuando se compruebe su utilización. El mortero o concreto será mezclado, transportado y colocado según se indica en las presentes Especificaciones.

La dosificación tendrá por objeto asegurar un Mortero de adecuada resistencia, impermeabilidad y durabilidad conforme a las correspondientes normas ITINTEC indicadas y a estas especificaciones.

Sólo en el caso del Mortero armado de los Macizos, Pantallas de anclaje y estribo, se deberá cumplir con lo siguiente:

- ◆ La relación agua cemento A/C máxima será de 0.55 por razones de durabilidad.
- ◆ El contenido máximo de agua efectiva en la mezcla de Mortero será de 200 a 420 litros/m³.
- ◆ El contenido de cemento será del orden de 360 a 440 Kg/m³ y se empleará un reductor de agua de alto rango o superplastificante de tercera generación cuya dosis será del orden de 5 a 7 litros/m³.
- ◆ Para controlar la fisuración plástica por secado, debe especificarse el uso de fibras de polipropileno multifilamento cuya dosis estándar es de 0.9 Kg/m³
- ◆ Se deberá tener especial cuidado en el curado, éste debe ser intensivo con agua, ya que los morteros con arena fina en general tienen mayor contracción por secado que un concreto convencional.
- ◆ Está terminantemente prohibido el secado superficial con cemento y pulido posterior.

El diseño de mezcla para las estructuras mencionadas deberá cumplir con lo arriba señalado. No se hará vaciados de mortero antes de verificar y demostrar mediante los ensayos respectivos, que los tipos de muestra propuestos cumplen con los requerimientos de resistencia y calidad detallados en estas especificaciones.

3.3.1 Cemento

Tipo

Todo el cemento será Portland Tipo I y cumplirá con la especificación (N.T.N. ITINTEC 334.001).

El cemento será suministrado en bolsas y será almacenado en un lugar seco, aislado del suelo y protegido de la humedad. Se presentará los certificados emitidos por la fábrica de Cemento, de los ensayos correspondientes a todo el

cemento que vaya usarse en la obra, realizados de acuerdo con las Normas ITINTEC.

Temperatura del Cemento

La temperatura máxima del Cemento que entre en las mezcladoras no deberá exceder de 50 °C a menos que se autorice de otro modo.

3.3.2 Agregados

Los agregados empleados en la presentación del Mortero cumplirán la N.T.N. ITINTEC 400.037 y, en general, lo aquí especificado.

Los agregados del Mortero serán los siguientes:

Agregado Fino (arena)

El agregado fino para la mezcla del mortero será arena lavada, limpia, que tenga granos sin revestir, resistentes y duros, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, esquistos, álcalis, ácidos, materia orgánica, greda u otras sustancias dañinas.

La arena deberá ser graduada, con predominio del tamaño grueso, debiendo pasar el 95% por la malla N°8, el 25% pasar por la malla N°50 y el 5% pasar por la malla N°100. Deberá cumplir, además, con todo lo especificado en las normas N. T. N. ITINTEC 400.037, en lo referente a agregado fino para concreto.

Tabla

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

MALLAS		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA LA MALLA
Mm	Pulgadas	ENVOLVENTE
0.59	Nº 30	95 – 100
0.42	Nº 40	90 – 100
0.297	Nº 50	65 – 90
0.149	Nº 100	5 – 10
0.074	Nº 200	1 – 5

3.3.3 Agua

El agua a emplearse en la mezcla deberá ser fresca, limpia y libre de cantidades dañinas de sales, aceites, ácidos, álcalis, materia orgánica o mineral u otras impurezas que puedan reducir la resistencia, durabilidad, trabajabilidad y calidad del mortero o concreto.

Para verificar la bondad del agua se deberá fabricar cubos de mortero, los cuales sometidos a la compresión a los 7 y 28 días deben dar resistencias iguales o mayores que aquella obtenida con especímenes similares preparados con agua destilada. Esta prueba deberá realizarse de acuerdo a la norma ITINTEC 339.088.

Los análisis al agua deben ser realizados periódicamente y en un laboratorio acreditado, investigando principalmente los siguientes aspectos:

- ◆ Ph.
- ◆ Contenido de permanganato de potasio o de oxígeno.
- ◆ Contenido de ácido carbónico libre.
- ◆ Contenido de sulfatos.
- ◆ Contenido de cloruros.
- ◆ Contenido de fosfatos.
- ◆ Turbidez.

El agua, se considerará apta para la mezcla o el curado si sus propiedades y contenidos en sustancias disueltas están comprendidos en los siguientes límites:

- ◆ Contenido máximo de materia orgánica expresada en oxígeno consumido: 3 mg por litro (3 ppm).
- ◆ Contenido de residuo sólido no mayor que 5 g/l (5 000 ppm).
- ◆ PH comprendido entre 5.5 y 8.
- ◆ Contenido de sulfato expresado en ión sulfato (SO_4) menor que 0.6 g/l (600 ppm)
- ◆ Contenido de cloruros expresado en ión cloruro (Cl) menor que 1 g/l (1000 ppm).
- ◆ Contenido de carbonato y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total), expresado en Na CO_3 , menor de 1 g/l (1000ppm).

3.3.4 Aditivos

El uso de aditivos en el mortero o concreto, tales como plastificantes, aceleradores, impermeabilizantes, endurecedores, etc., puede ser permitido cuando su empleo se justifica en una estructura.

En cada caso, que se indique por escrito la cantidad y tipo de aditivo que debe ser usado y la estructura en la cual debe ser empleado. En cualquier caso queda expresamente prohibido el uso de aditivos que contengan cloruros y/o nitratos u otros aditivos que contengan sustancias dañinas a las armaduras.

En caso de emplearse los aditivos, éstos serán almacenados de tal manera se evite su contaminación, evaporación o mezcla con cualquier otro material.

Para aquellos aditivos que se suministran en forma de suspensiones o soluciones inestables, deben proveerse equipos de mezclado adecuados para asegurar una distribución uniforme de los componentes, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por las condiciones ambientales (lluvia, temperatura, etc.). Los aditivos líquidos deben protegerse de temperaturas extremas que puedan modificar sus características.

En todo caso los aditivos a emplearse deberán estar de acuerdo con los requisitos de la N.T.N. ITINTEC 339.086, debiéndose suministrar prueba de esta conformidad, para lo que será suficiente un análisis preparado por el fabricante del producto. Las puzolanas y cenizas que se empleen como aditivos deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C-618.

El Aditivo súper plastificante de tercera generación a utilizar para las estructuras mencionadas en el acápite 3.3 (Macizos, Pantallas de anclaje y Estribo), deberá ser un aditivo líquido y cumplirá con las normas ASTM C494 para aditivos A y F.

Las Fibras de polipropileno, multifilamento para las estructuras mencionadas en el acápite 3.3 (Macizos, Pantallas de anclaje y Estribo), deberán cumplir con las normas ASTM C-1116, Tipo III, ASTM C-1116 nivel de desempeño I y Resistencias residuales. Las propiedades químicas y físicas de la fibra de polipropileno multifilamento serán:

Absorción	Ninguna
Longitud de Fibra	Gradado
Punto de Fusión	162 °C
Conductividad térmica	Baja
Resistencia a ácidos y sales	Alta
Gravedad especificada	0.91
Módulo de Young	0.5 (3.2 kN/mm ²)
Punto de Ignición	591 °C
Conductividad eléctrica	Baja
Resistencia a álcalis	Álcalis

Dosificación

La dosificación de los componentes de la mezcla se hará por peso, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla, los plásticos o líquidos podrán medirse en peso o volumen, con un límite de

tolerancia del 3% del peso efectivo. El Ingeniero comprobará en cualquier momento la buena calidad de la mezcla, rechazando todo material defectuoso.

3.4 PREPARACION, DOSIFICACIÓN Y MEZCLA DE MORTERO

3.4.1 Dosificación de la Mezcla

Se realizará un diseño previo de mezcla, que fije las proporciones en que deben mezclarse el agua, cemento y agregados, para obtener el f'c especificado en los planos y un asentamiento mínimo aprobado, el cual será comprobado con la confección y rotura de probetas

3.4.2 Medición de los Materiales

El procedimiento de medición será tal que las proporciones de la mezcla sean controladas con precisión no menor que $\pm 5\%$ durante el proceso del trabajo. La dosificación debe hacerse por peso, preferentemente.

El cemento será pesado con una precisión de 1%, o medido por bolsas. En este último caso las bolsas serán de 42.5 kilos netos y las tandas serán proporcionadas para contener un número entero de bolsas.

Todo agregado será incluido en la mezcla con una precisión de 2% por peso.

El agua a ser incorporada a la mezcla será medida por volumen, utilizando recipientes calibrados, que aseguren una precisión de 1%. Los aditivos serán incluidos en la mezcla según especifique el Ingeniero. La relación de agua-cemento deberá variar durante las operaciones de mezcla más de ± 0.02 de los valores aprobados. En la cantidad de agua se tendrá en cuenta la cantidad de agua libre que puedan tener los agregados, descontándola del agua incorporada, aunque de preferencia se emplearán los agregados secos.

Antes de utilizar materiales de mezcla para el mortero, se realizará las pruebas necesarias de los implementos de medición y pesado sobre toda la amplitud de medidas que involucren las operaciones de mezcla, y se efectuará pruebas periódicas de allí en adelante hasta la terminación de la obra. Se verificarán las pruebas y serán lo suficientemente adecuadas para demostrar la precisión de los aditamentos de medida.

3.4.3 Tiempo de Mezclado

El mezclado se hará en mezcladora de tipo mecánico, con capacidad de mezcla en la cantidad y el tiempo predeterminado y que asegure la continuidad de la operación.

Los materiales serán colocados en la mezcladora en el siguiente orden: agregado fino, cemento y agua; en las cantidades previstas en el diseño de

mezcla y sin sobrepasar la capacidad de la mezcladora. Los materiales deberán permanecer mezclándose hasta que la mezcla sea uniforme.

El tiempo de mezcla para cada tanda después que todos los materiales, incluyendo el agua, se encuentren en el tambor, no será menor de un minuto para mezcladoras de 1 1/2 yardas cúbicas de capacidad o menos y no menor de dos minutos para mezcladoras de más de 1 1/2 yardas cúbicas. El tiempo de mezcla será aumentado en 15 segundos por cada yarda cúbica adicional o fracción. Igualmente el tiempo de mezcla será aumentado si la operación de carguío y mezcla deja de producir una tanda uniforme; para una mejor comprensión adjuntamos la siguiente tabla:

Capacidad de la Mezcladora (m ³)	Tiempo de mezcla (minutos)
0.5 ó menos	1.25
0.75 a 1.5	1.50
1.5 a 2.3	2.00
2.3 a 3.0	2.50

La mezcla deberá colocarse dentro de su posición en los encofrados, dentro de los 30 minutos de preparada. El remezclado de los materiales ya endurecidos no será permitido, ni aun cuando se agregue más cemento a la mezcla.

3.5 TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS

Las resistencias a la compresión se determinarán ensayando cilindros estándar de 6" de diámetro por 12" de altura, elaborados y curados de acuerdo con la N.T.N. ITINTEC 339.033. Las muestras para los cilindros serán tomadas y ensayadas de acuerdo con las especificaciones de la N.T.N. ITINTEC 339.034 ó ASTM C39.

Normalmente, al principio de los trabajos de Mortero se tomará, además de las tres muestras sacadas para cada prueba a los 28 días, tres muestras más para ensayo de rotura a los 7 días con el objeto de obtener información adelantada de la calidad de cada vaciado y del avance en el endurecimiento.

3.6 CALIDAD DEL MORTERO

A más tardar 3 semanas después de la instalación en el sitio, se realizará un número suficiente de ensayos para distintas composiciones de mezcla, en conformidad con las prescripciones que se detallan a continuación.

Para todas las variantes de mezcla, se presentará los detalles y pruebas referentes a las mismas y, los detalles que se requiera para su verificación.

La relación agua/cemento máxima será 0.55.

En general, la toma de muestras se efectuará en el mismo sitio de vaciado del Mortero.

Sobre muestras de Mortero tomadas directamente de la mezcladora se efectuarán las pruebas de revestimiento (SLUMP) u otras que se considere necesarias. Estas pruebas se podrán efectuar por cada 50 m³ de Mortero producido y/o cada cambio de la calidad y/o composición del Mortero y sus resultados deberán ser conformes a los valores indicados en los planos.

Los moldes para la toma de muestras, la preparación y curado de los testigos y las pruebas de resistencia del Mortero a la compresión se realizarán según las N.T.N. ITINTEC 339.033, 339.034 y 339.036.

De los seis cilindros que comprenden una prueba se ensayarán tres a los 7 días y los otros 3 a los 28 días.

El resultado de las probetas ensayadas a los 7 días servirá de referencia acerca de la resistencia esperada a los 28 días y cuando sus resultados hagan presumir bajas resistencias, se prolongará el curado de la estructura hasta que el Mortero cumpla el período teórico necesario para lograr la resistencia requerida.

El control estadístico de los ensayos a la compresión de las probetas cilíndricas se llevará a cabo de acuerdo a lo señalado en la Norma ACI-214.

En el caso de no alcanzarse la resistencia requerida y cuando los resultados de las pruebas no cumplan las condiciones especificadas, se ordenará variaciones de dosificación y se adoptará las siguientes medidas eventuales:

1. Extracción de un número suficiente de testigos del Mortero en obra correspondiente a la prueba o grupo de pruebas no satisfactorias, extraídos y probados de acuerdo con las Normas ASTM C-42 con el fin de establecer si las pruebas que no reúnen las condiciones son representativas o no.
2. Ejecución de pruebas de carga u otros ensayos sobre la parte de estructura correspondiente a la prueba que no resulte satisfactoria.

En el caso que se considere que los resultados de las investigaciones adicionales mencionadas no han sido satisfactorios, se podrá ordenar el refuerzo o la demolición de la estructura correspondiente. Los trabajos de reparación y reconstrucción correrán a cargo del Ejecutor y se someterán a la aprobación respectiva.

3.7 PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE COLOCACIÓN DEL MORTERO

3.7.1 Superficies de las juntas en el Mortero.

Además de las juntas de construcción indicadas en los planos, toda superficie que resulte como consecuencia de una interrupción prolongada del vaciado o fuera ocasionada por vaciados parciales, constituirá una junta de construcción.

Las juntas de construcción horizontales y/o ligeramente inclinadas se acondicionarán, para la colocación de la capa siguiente, mediante una severa limpieza de la superficie. Esto se hará sometiendo la superficie a un chorro a alta presión de aire-agua después de que el Mortero haya adquirido el fraguado inicial pero antes del fraguado final, a fin de remover completamente la lechada y dejar rugosa la superficie. Si la superficie estuviera congestionada con el acero de refuerzo, si fuera relativamente inaccesible, o si por alguna razón se considera contraproducente afectarla antes del fraguado final, no se permitirá la limpieza sino hasta después de dicho fraguado final.

En caso en que la limpieza se efectúe después del fraguado final, la superficie se picará ligeramente, después de lo cual se aplicará el chorro a presión aire-agua, previamente a la continuación del vaciado.

Las juntas de construcción verticales o de fuerte inclinación se tratarán como se indica para el caso de limpieza de las superficies de Mortero después del fraguado en juntas horizontales.

3.8 TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DEL MORTERO

3.8.1 Generalidades

El transporte del Mortero fresco desde la zona de mezclado a la zona del vaciado final se efectuará mediante sistemas que eviten segregación y pérdida de materiales.

El equipo de transporte será tal que asegure un abastecimiento continuo al sitio del vaciado, en condiciones normales de trabajabilidad.

Todo Mortero que llegue al sitio de colocación con indicios de haberse iniciado la fragua, será desechado sin lugar a reclamo alguno.

El transporte de Mortero en carros sin equipos de agitación podrá permitirse eventualmente si el tiempo entre la mezcla y la puesta en obra no supera los 30 minutos. En caso contrario, será obligatorio incluir la agitación durante el transporte.

Las tolvas deben evitar que en la descarga se produzca pérdida o segregación del material.

La máxima altura de caída libre del material será de dos metros.

3.8.2 Preparación del vaciado

Para la preparación del vaciado se observará las siguientes normas:

1. Antes de cada vaciado se limpiará en los encofrados el acero de refuerzo y en todos los elementos a empotrar las incrustaciones debidas al vaciado anterior.
2. Las juntas de construcción, es decir las superficies del Mortero vaciado anteriormente y ya endurecido, se limpiarán cuidadosamente con chorros de agua y aire comprimido y se barrerán con escoba de manera que se remueva la capa superficial de la lechada de cemento.
3. Asimismo, se limpiará todo el Mortero suelto o defectuoso y los eventuales materiales extraños.
4. Además de las operaciones de limpieza indicadas, las juntas de construcción con interrupciones de más de un mes serán picadas.
5. Las superficies limpiadas, en el momento de ejecutar el vaciado, deberán estar mojadas pero sin charcos de agua.
6. Los “Chutes” y canaletas se utilizarán para caídas mayores de 1.50 m.

3.8.3 Capas de mortero

Antes del vaciado se podrá colocar una capa de mortero de cemento con un espesor mínimo de 2 a 4 cm, sobre las superficies de cimentación y donde se considere necesario. Este mortero será el mismo a emplearse en el vaciado.

Una capa de mortero de la misma calidad, con un espesor de 1 a 2 cm, se extenderá sobre las superficies de las juntas de construcción.

3.8.4 Colocación y vibrado

El sistema de colocación del Mortero será previamente aprobado.

El Mortero será colocado y vibrado en el lugar correspondiente antes que comience el proceso de fraguado.

Los vaciados de Mortero armado en estructuras delgadas se efectuarán en capas de tal espesor que no haya peligro de que se deformen los encofrados. Al vaciar cada capa, la anterior deberá estar aún lo suficientemente plástica para permitir la entrada del vibrador.

Al interrumpirse el vaciado, las superficies expuestas del Mortero se protegerán de la introducción de materias extrañas y se igualarán en capas horizontales y/o escalonadas.

El Mortero podrá vaciarse sólo cuando hayan concluido todas las inspecciones necesarias y, en base a las mismas, se autorice este trabajo.

La operación de colocación y vibrado de la mezcla se realizará hasta una junta de construcción o cualquier otra junta preestablecida, la misma que necesitará obligatoriamente la respectiva aprobación con respecto a su forma y localización.

El vibrado de las estructuras se realizará con vibradores a inmersión, eléctricos o neumáticos. Donde no sea posible realizar el vibrado por inmersión, se usará vibradores aplicados a los encofrados.

Los vibradores a inmersión de diámetro inferior a 10 cm tendrán una frecuencia mínima de 7,000 revoluciones por minuto. Los de diámetro superior a 10 cm tendrán una frecuencia mínima de 6,000 revoluciones por minuto. Los vibradores de encofrado deberán trabajar por lo menos con 8,000 revoluciones por minuto.

El vaciado del Mortero se realizará en capas adecuadas al tipo de vibrador utilizado; en todo caso, el vibrador deberá penetrar por lo menos la mitad de su longitud en la capa inferior.

No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa antes que la inferior haya sido completamente vibrada. Los puntos de inmersión del vibrador se espaciarán en forma sistemática con el objeto de asegurar que no queden partes del Mortero sin vibrar.

En caso que la caída libre del Mortero durante el vaciado fuera mayor de 1.5 m, se usará chutes o canaletas, cuya salida deberá estar siempre en contacto con la capa inferior y de manera tal que el Mortero salga siempre fresco, es decir, que al verter el Mortero siempre esté en contacto con el Mortero recién vertido.

En general, en el caso de que fallase una de las máquinas, sea mezcladora, equipo vibrador o bomba, se tendrá siempre la maquinaria de emergencia necesaria para entrar de inmediato en funcionamiento.

3.8.5 Temperatura del Mortero

La temperatura del Mortero durante su puesta en obra no deberá superar los 32°C ni ser inferior a 5°C.

Para respetar estos límites en condiciones climáticas desfavorables se empleará sistemas adecuados, a fin de evitar pérdidas por asentamiento, fragua instantánea, juntas frías o para enfriar los agregados o el agua.

3.9 JUNTAS

3.9.1 Juntas de Construcción

Las juntas de construcción estarán localizadas donde se indique en los planos respectivos o en su defecto donde se verifique su utilización. Las juntas deberán ser perpendiculares a las líneas principales de fatiga y en general estarán localizadas en los puntos donde el esfuerzo cortante sea mínimo.

Antes de colocar el nuevo mortero fresco, las superficies de las juntas de construcción deberán ser enteramente picadas con una herramienta adecuada, para eliminar natas y materiales sueltos e indeseables; además, deberán ser lavadas y raspadas con escobillas de alambre, y empapadas en agua hasta su saturación, conservándolas saturadas hasta colocar el nuevo mortero.

El mortero de las sub-estructuras será colocado de manera que todas las juntas de construcción sean horizontales y si es posible, que no queden visibles en la estructura terminada.

Cuando se necesiten juntas de construcción verticales, las barras de refuerzo deberán ser extendidas a través de la junta de manera que la estructura resulte monolítica, además de haber dejado en tales casos llaves de corte formadas por endentaduras de las superficies.

3.10 EMPOTRAMIENTO DE PIEZAS METÁLICAS EN EL MORTERO

Antes de colocar el Mortero se verificará que todos los elementos empotrados estén firmemente asegurados en su sitio y según se muestra en los planos. Todos los elementos empotrados se limpiarán cuidadosamente, debiendo estar libres de aceite, escamas oxidadas, pintura, mortero, asfalto, etc. A menos que se autorice específicamente lo contrario, no se empotrará madera en el Mortero. Las tuberías de aire y de agua y cualquier otro material o elemento usado en la construcción y que deba embutirse en las estructuras, cumplirá con los requerimientos mencionados.

3.11 CURADO DEL MORTERO

3.11.1 Generalidades

Antes de comenzar el desencofrado, se tendrá listo todo el equipo y materiales necesarios para curar y proteger adecuadamente el Mortero, cuyas superficies se protegerán, si fuera preciso, de vibraciones y otros factores perjudiciales que pudieran alterar su integridad y calidad.

3.11.2 Curado con agua

El Mortero se curará por humedecimiento durante no menos de siete (07) días a partir del fraguado, manteniendo todas las superficies continuamente húmedas. El agua para el curado será limpia y libre de elementos que puedan manchar o decolorar el Mortero de manera objetable.

3.11.3 Curado con arena saturada

Las superficies horizontales y aquellas que deban curarse con arena saturada, se cubrirán con una capa no menor de 5 cm. de este material, la que se

distribuirá uniformemente y se mantendrá continuamente saturada durante el período de curado correspondiente. Para el curado podrá utilizarse otros procedimientos tales como yute saturado o el método de "arroceras", previa autorización.

3.11.4 Compuestos para curar

No se usará compuestos para curar, a menos que se apruebe previamente y para determinadas áreas.

3.12 CALIDAD DE LAS SUPERFICIES DE MORTERO

3.12.1 Generalidades

Las superficies acabadas del Mortero serán firmes, lisas y desprovistas de vacíos, desniveles, orificios, baches, "cangrejas" u otros defectos, así como estar de acuerdo con la calidad de acabado determinada en los planos.

Todas las superficies del Mortero se limpiarán eliminando las incrustaciones de cemento, mortero, lechada, o escombros.

Ningún trabajo de Mortero será considerado como terminado antes de completar todos los trabajos de reparación, acabado o limpieza.

3.12.2 Acabados de superficies encofradas

Se establece que el tipo de acabado para las superficies encofradas para superficies expuestas, superficies de juntas de construcción, parapetos, puentes, vigas, columnas, muros, etc. y superficies expuestas al agua será del tipo "cara vista". El tratamiento de las superficies incluye la eliminación de los desniveles y el relleno de los vacíos y orificios. El aspecto final de las superficies debe ser tal que no se advierta irregularidades en la forma, color y aspecto general del Mortero. Esta estipulación se aplica particularmente a las áreas de juntas de construcción y contracción y a las esquinas de vigas, columnas y paredes.

3.13 PRUEBAS

3.13.1 Control de Resistencia

Notación:

$f' c$ = Esfuerzo de rotura en compresión de la probeta cilíndrica estándar de 6" de diámetro por 12" de alto, medido a los 28 días de curado.

a) Número de Testigos

Deberán tomarse por lo menos tres testigos consecutivos (probetas estándar) a la frecuencia con que se hayan ejecutado las siguientes cantidades de obra:

- Cimentaciones	20 m ³
- Estribos	10 m ³
- Macizos de anclaje	5 m ³
- Anclas	Un juego x cada ancla

El número de pruebas para evaluar la resistencia del mortero podrá ser incrementado para un mejor análisis.

B. ENCOFRADO

1. ALCANCE

Comprenden la mano de obra, materiales y equipos así como la provisión, fabricación, almacenamiento, transporte, instalación y desmontaje de los encofrados para las obras de Mortero, conforme a los planos, a estas especificaciones y según se requiera. Los trabajos también incluyen todos los elementos de fijación, puntales, apoyos y andamios, la preparación de los encofrados para la instalación de determinados elementos fijados así como la limpieza de los encofrados para usos subsiguientes.

2. REGLAMENTOS Y NORMAS A OBSERVAR

Todos los trabajos de Mortero aquí indicados y especificados se complementan con lo señalado en los siguientes reglamentos y normas.

Reglamento Nacional de Construcciones.

Normas ITINTEC correspondientes.

Normas ACI correspondientes.

Normas ASTM correspondientes.

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PARTIDA

3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de encofrado se clasifican según:

- La calidad de la presentación o acabado de la superficie encofrada.
- El tipo (forma y posición) del encofrado.
- La ubicación de la superficie encofrada.

3.2 MATERIALES

Los materiales utilizados para encofrados se encuentran dentro de la siguiente clasificación:

- ◆ Madera bruta

- ◆ Madera cepillada, machihembrada o enchapada
- ◆ Acero

La madera en contacto con el Mortero estará libre de agujeros, nudos, hendiduras, rajaduras, alabeos y, en general, cualquier defecto que pueda atentar contra la apariencia de la estructura terminada. El lado en contacto con el Mortero será necesariamente cepillado.

En caso de utilizarse elementos de triplay, éstos no presentarán irregularidades, debiendo ser fabricados con cola a prueba de agua y poseer dimensiones uniformes.

En caso de utilizarse elementos de acero, la superficie expuesta al vaciado del Mortero será lisa y sin metal traslapado o con otras irregularidades.

Los encofrados a usarse en áreas sujetas al paso del agua se cubrirán con láminas de triplay o de acero, libres de cualquier defecto o irregularidad que pueda originar imperfecciones en las superficies terminadas.

3.3 ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Los elementos internos de fijación estarán constituidos por pernos y por varillas; no se permitirá la soldadura ni la fijación de estos elementos al acero de refuerzo.

El alambre podrá utilizarse cuando ambos lados del Mortero vayan a ser recubiertos o no vayan a estar permanentemente expuestos; en estos casos, el alambre será cortado a ras con la superficie de Mortero una vez hecho el desencofrado.

La remoción de los pernos o extremos de los elementos de sujeción se realizará sin dañar la superficie del Mortero y de modo tal que las cavidades dejadas por aquellos sean del menor tamaño posible. El relleno de dichas cavidades se realizará con Mortero de relación agua/cemento igual o menor que la del Mortero de la estructura, sin perjudicar el aspecto o la durabilidad de la misma y asegurando completa adherencia con el Mortero endurecido.

3.4 PUNTALES Y APOYOS

La organización del sistema de encofrados debe ser tal que al desencofrado queden siempre algunos puntales de seguridad, los cuales no deben ser retirados hasta que sean efectivamente innecesarios.

3.5 CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y DESMONTAJE DE LOS ENCOFRADOS

Los encofrados y apuntalamientos se construirán en estricta concordancia con lo indicado en los planos revisados previamente, debiendo disponerse permanentemente en el lugar de la obra de un juego de dichos planos.

Los encofrados se construirán en forma tal que las marcas de las juntas en las superficies de Mortero están alineadas tanto horizontal como verticalmente, y que las juntas situadas entre superficies sean suaves.

Se dispondrá aberturas en los encofrados según sea necesario a fin de permitir la inspección y limpieza, el vaciado y la compactación del Mortero y la formación y proceso de las juntas de construcción.

Conforme a lo indicado en los planos, se colocará en las esquinas de los encofrados listones de sección triangular a fin de producir bordes biselados en las esquinas exteriores permanentemente expuestas de 20 x 20 mm y en los interiores, de 100 x 100 mm.

Los encofrados se construirán de manera tal que puedan ser fácilmente removidos sin daño para el Mortero.

3.6 LIMPIEZA DE LOS ENCOFRADOS

En el momento de colocar el Mortero, la superficie de los encofrados deberá estar libre de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales y elementos indeseables que puedan contaminar el Mortero o afectar el cumplimiento de los requisitos especificados para el acabado de las superficies.

La superficie interna de los encofrados será tratada con algún material desmoldante que asegure que no se va a producir adherencia entre el encofrado y el Mortero y que permita el fácil desencofrado sin causar daños en la superficie del Mortero.

El material desmoldante no debe interferir con el curado posterior o con el tratamiento superficial que pueda darse al Mortero, ni debe manchar o causar ablandamiento permanente de la superficie del mismo.

3.7 TOLERANCIAS

Los encofrados y apuntalamientos se diseñarán, construirán, instalarán, apoyarán y arriostrarán de tal forma que las variaciones en el alineamiento, calidad, posición y dimensiones de las superficies acabadas de las estructuras de Mortero indicadas en los planos están comprendidas dentro de las tolerancias admisibles.

Se realizará todas las verificaciones y controles necesarios antes y después del vaciado de Mortero, a fin de determinar que las tolerancias especificadas no hayan sido sobrepasadas. En todo caso, cualquier desviación en las superficies no sobrepasará las tolerancias especificadas.

Variaciones en el alineamiento de aristas y superficies de columnas, placas y muros:

En cualquier tramo de 3 metros	5 mm
En todo lo largo	10 mm

Variaciones en el alineamiento de aristas y superficies de vigas y losas:

En cualquier tramo de 3 metros	5 mm
--------------------------------	------

En cualquier tramo de 6 metros	10 mm
En todo el largo	15 mm
Variación en las dimensiones de las secciones de columnas y vigas y en el espesor de losas y muros:	
Menos	5 mm
Más	10 mm
Variaciones en las dimensiones de las cimentaciones:	
Menos	12 mm
Más	50 mm
Si el vaciado se hace sobre la misma excavación, la tolerancia será de no más de	75 mm
La excentricidad podrá ser hasta el 2% del ancho de la cimentación en la dirección de la excentricidad, pero no más de	25 mm
La reducción en el espesor en relación al ancho especificado será de menos del	5%

En el proceso de armado de los encofrados se fijará puntos de control y marcas que puedan utilizarse como elementos de referencia para la comprobación de las tolerancias.

3.8 DESENCOFRADO

No se procederá al desencofrado mientras el Mortero no haya endurecido lo suficiente y de tal manera que pueda sostener en forma segura su propio peso, así como las cargas adicionales a las que esté sometida la estructura durante el período de construcción. Los encofrados se desmontarán sólo previa verificación y, en general, se observará los siguientes lapsos mínimos entre el vaciado del Mortero y el desencofrado:

♦ Cimentaciones	24 horas
♦ Costados de vigas, columnas y placas	48 horas
♦ Losas y fondos de vigas	7 días
♦ Paredes de Muros de contención cuyo relleno será colocado después de 21 días	48 horas
♦ Paredes de Muros de contención vaciados contra el terreno	28 días
♦ Costado de Estribo y Pantalla	72 horas
♦ Anclas y Contrapesos	72 horas

Los contrapesos y anclas serán fabricados en lugares distantes a los lugares de colocación final y por lo tanto no deberán ser izados antes de 13 días después del

llenado del mortero.

Se procederá al desmontaje de los encofrados en forma tal que se evite la formación de grietas, descascaramiento o la rotura de los bordes o de las superficies, o cualquier otro daño que pueda producirse en el Mortero.

C. ACERO DE REFUERZO

1. ALCANCE

Comprenden el suministro de la mano de obra, materiales y equipos, y en la realización de toda la obra para la provisión, almacenamiento, transporte, preparación de planos detallados de refuerzo, de listado de barras para la habilitación en obra, limpieza, instalación y fijación en la posición indicada del acero de refuerzo, conforme a los planos y a estas especificaciones.

2. REGLAMENTOS Y NORMAS A OBSERVAR

Será aplicable lo indicado en el Reglamento Nacional de Construcciones y en las normas correspondientes del ITINTEC, además de las normas indicadas específicamente en cada caso.

3. DESCRIPCION TECNICA DE LA PARTIDA

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

A menos que se especifique lo contrario, los refuerzos serán de acero corrugado, grado ARN42 según N.T.N. 341.031-ITINTEC, correspondiente a un límite de fluencia de 4200 kg/cm^2 , norma que rige todos los planos estructurales.

Para el amarre del refuerzo se usará alambre negro con un diámetro no menor de 2.6 mm, según N.T.N. 341.068 - ITINTEC.

Las mallas de acero serán electrosoldadas y cumplirán la N.T.N. 350.002 - ITINTEC, excepto que para el alambre con un límite de fluencia superior a 4200 kg/cm^2 , dicho límite será el correspondiente a una deformación unitaria de 0.35%.

3.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El acero de refuerzo se despachará en atados debidamente rotulados y marcados, acompañando a cada envío los informes de ensayo certificados por la fábrica, que se presentarán antes de ingresar el material al sitio. El acero de refuerzo se almacenará por encima del nivel del suelo, sobre plataformas, largueros u otros soportes y se protegerá, hasta donde sea posible, de daños mecánicos y deterioro superficial.

3.3 LISTA DE MATERIALES Y DIAGRAMAS DE DOBLADO

Todas las listas de materiales y diagramas de doblado de las barras de refuerzo se prepararán y presentarán con la debida anticipación a la puesta en obra, para su aprobación. No se cortará ni doblará el material hasta que las listas no hayan sido aprobadas. Tal aprobación no desligará en ninguna forma al Ejecutor de su

responsabilidad acerca de la exactitud de tales listas y de su obligación de asumir el costo de cualquier corrección relativa a este aspecto.

Los planos de detalle de los refuerzos se elaborarán en base a los planos del Proyecto.

3.4 CORTE Y DOBLADO

Las barras serán dobladas en frío de acuerdo a los radios y dimensiones establecidos en los planos o en la Norma E-60. No se usará barras que hayan sido enderezadas o contengan dobleces o deformaciones no indicadas en los planos.

3.5 COLOCACIÓN Y SUJECCIÓN

Todos los refuerzos se fijarán en su sitio por medio de soportes, espaciadores o tirantes adecuados, los que tendrán suficiente resistencia para mantener el refuerzo en su lugar durante las operaciones de vaciado y vibrado del Mortero y se colocarán de manera que queden totalmente embebidos en el Mortero. No se aceptará sujetadores de madera.

3.6 RECUBRIMIENTO DE LOS REFUERZOS

El recubrimiento mínimo será el mostrado en los planos, a falta de lo cual éste no será menor que el indicado en la siguiente tabla.

Tipo	Recubrimiento
	mm

El recubrimiento se incrementará según la profundidad esperada de cualquier tratamiento superficial, por ejemplo en el caso de bruñas.

3.7 EMPALMES

Todos los empalmes de los refuerzos se efectuarán como se muestra en los planos y se ubicarán en los puntos de menor momento de flexión. En general, los empalmes de varillas verticales no se espaciarán a distancias menores de 6 m y los de varillas horizontales a distancias menores de 9 m. Los extremos yuxtapuestos de las varillas podrán colocarse haciendo contacto y atarse firmemente con alambre, de forma que ambas varillas se traslapen a una distancia determinada según la Norma E-060.

Los refuerzos podrán soldarse en lugar de traslaparse siempre que se autorice previamente. A fin de asegurar la suficiente soldabilidad del refuerzo, las especificaciones de la Norma E60 se suplementarán con la Norma D 1.4 de la AWS. En caso de usarse barras más cortas que las indicadas, los empalmes adicionales utilizados no serán reconocidos. Previamente al empleo de varillas cortas se solicitará autorización respectiva.

Los empalmes de barras paralelas se alternarán en una distancia mínima de 40 diámetros.

3.8 Tolerancias

Las varillas de refuerzo deben cumplir con las siguientes tolerancias de habilitación:

- A lo largo del corte ± 25 mm.
- En la extensión de las varillas ± 12.5 mm.
- En las dimensiones extremas de estribos, anillos y espirales ± 12.5 mm.
- Otros dobleces ± 25 mm.

Las varillas se colocarán de acuerdo a las siguientes tolerancias:

- Distancia a la superficie ± 5 mm.
- Mínimo espaciamiento entre varillas ± 5 mm.
- Varillas superiores en losas y vigas:
 - Elementos de espesor menor de 200 mm. ± 5 mm.
 - Elementos de espesor mayor de 200 mm., pero menores de 600 mm. ± 15 mm.
 - Elementos de espesor mayor de 600 mm. ± 25 mm.
 - En el cruce de elementos estructurales ± 50 mm.

La localización longitudinal de los dobleces y los cortes del refuerzo será de 50 mm, excepto en los extremos discontinuos de elementos, en los que la tolerancia será de ± 15 mm.

X. ESTUDIO Y MANEJO DEL IMPACTO AMBIENTAL

10.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1.0. INTRODUCCIÓN.

El estudio de Impacto Ambiental (EIA) en el área del proyecto tiene por objetivo la identificación, predicción, interpretación y comunicación de los impactos ambientales, tanto positivos como negativos, para prevenir, con medidas de control y seguimiento, el deterioro del medio ambiente en la etapas de construcción y operación del proyecto.

Considerando la naturaleza del área, que es una porción comprendida en la zona del río Napo, ubicada en la zona fronteriza de Cabo Pantoja, el análisis de impactos ambientales se ha efectuado sobre la base del conocimiento del ecosistema a un nivel macro, para luego estudiar a nivel micro un nivel de detalle que permita conocer las estrechas relaciones que se establecerán entre el proyecto y su entorno.

Asimismo, considerando el tipo de proyecto que se ejecutará en el área hemos considerado con especial énfasis el estudio geomorfológico, de hidráulica fluvial, sedimentología, batimetría y las condiciones socioeconómicas, especialmente las relacionadas al comercio y transporte de productos, que se realizarán utilizando este nuevo embarcadero.

Complementando este estudio, y el conocimiento del macro y microsistema ambiental, se ha aplicado una serie de cuestiones que han sido formulados en informes del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo e Instituciones Científicas como el Battelle Institute, para identificar los probables impactos ambientales de la construcción y operación del embarcadero fluvial de Cabo Pantoja.

A este respecto, se han revisado las consideraciones ambientales para la elección del área de terminales Fluviales; así como el cuestionario de revisión de Aspectos Ambientales de Terminales Fluviales y las listas de comprobaciones para proyectos de ingeniería, preparados en informes del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo, de lo que se ha amoldado ciertos requisitos, en base al proyecto (de poca envergadura comparada con un terminal fluvial).

Paralelamente a esta revisión se ha tomado en cuenta la lista de categorías ambientales por Enfoque de sistemas en los Estudios de impactos Ambientales, adaptada según el método de planificación discrecional ECSA de forma de trabajar con una Matriz, que califica los impactos ambientales en el rango de -1 a -3 para los impactos negativos y de +1 a +3 para los impactos positivos.

Esta calificación tiene el sustento metodológico de la National Rural Electrical Cooperative Association (NRECA), que define la calificación de los impactos ambientales en el rango de -5 a +5, siendo 0 el calificativo, cuando no existe ningún impacto ambiental.

Por otro lado, la Matriz que se ha utilizado, analiza 38 efectos ambientales a nivel de las categorías representadas de: Atmósfera, Ruidos, Clima, Geología y Geomorfología, Hidrología Superficial y Subterránea, Suelos, Vegetación, Fauna, Paisaje, Demografía, Economía en el Sector Primario y Sector Secundario y los Factores Socioculturales, inherentes a la sostenibilidad ambiental del proyecto.

Caracterizan a estas consideraciones ambientales de revisión de impactos, la globalidad de su enfoque, que permite interrelacionar todos los aspectos del interés humano en su relación a la conservación del medio ambiente. Por esa razón, se ha profundizado con el mayor número de cuestiones para cubrir todos los aspectos que puedan ser materia de relaciones directas e indirectas entre el embarcadero fluvial de Cabo Pantoja y el medio ambiente, en las diferentes etapas de ejecución y operación del proyecto.

Asimismo, en base a la información que nos proporciona el estudio de base cero; es decir, la situación ambiental antes de la construcción del embarcadero fluvial de Cabo Pantoja, donde se observa que las implicancias del medio ambiente son notorias en relación a los procesos de geodinámica externa (geomorfología, sedimentología, hidráulica fluvial), se enfatizan los aspectos de seguridad sísmica y de protección a la salud, debido al interés central del estudio de proteger a la población de los probable efectos ambientales que puedan presentarse, no sólo desde el punto de vista de colmatación del lecho del cauce del río Napo, erosión de riberas o desestabilización geomorfológica, sino desde otros aspectos como es la generación de empleos, aumento del confort; en general, de la posibilidad de la zona para afianzar su desarrollo socioeconómico.

Finalmente, precisamos en este capítulo, los resultados de la evaluación de impactos ambientales, en concordancia con las posibilidades del actual desarrollo regional de la zona, ciñendo nuestras apreciaciones a los conceptos que señala el documento editado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA- “Environmental Impact Assessment. Basic procedures for developing countries”. En este documento, se presenta en forma resumida y clara, la forma de llevar adelante un Estudio de Impacto Ambiental en países como el nuestro, donde las exigencias no

deben ser tan restrictivas como es el caso de los países cuyo nivel de industrialización es avanzado y cuyos indicadores medioambientales son críticos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO: EMBARCADERO FLUVIAL DE CABO PANTOJA

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Etapa de construcción: ♦♦♦

Etapa de operación: □□□

EFFECTOS AMBIENTALES	INDICADORES DE IMPACTO	CALIFICACION	
Atmósfera			
Cambios en la calidad del aire por aumento de niveles de incisión de partículas metales pesados NO _x , CO, SO ₂	Número y tipo de embarcaciones	♦♦♦ □□□	-1 -1
Emanaciones tóxicas por cambios en los volúmenes de desperdicios	Número de comerciantes y establecimientos comerciales en el ámbito de influencia del terminal	♦♦♦ □□□	-1 -2
Ruidos			
Incremento de los niveles sonoros puntuales y continuos	Superficies afectadas por niveles superiores a 35 dB	♦♦♦ □□□	-1 -1
Clima			
Cambios microclimáticos locales en la zona de influencia del nuevo terminal	Construcción de infraestructura nueva de almacenes y edificios por aumento del comercio regional	♦♦♦ □□□	-1 -1
Geología y Geomorfología			
Aceleración de procesos morfo-dinámicos	Número de zonas con derrumbes, deslizamientos por dinámica fluvial del río Napo	♦♦♦ □□□	-1 -1
Aumento de inestabilidad de riberas	Número de zonas de corte y rellenos que representan riesgos geológicos	♦♦♦ □□□	-1 -1
Efectos geomorfológicos desencadenados por construcción de obras del terminal	Formación de taludes inestables y erosión de riberas por cambios en la dirección de corrientes de agua	♦♦♦ □□□	-1 -1
Destrucción de puntos de interés geológico	Importancia geológica de la zona	♦♦♦ □□□	0 0
Demografía			
Cambios en los procesos migratorios	Número de personas del lugar que son empleadas	♦♦♦ □□□	1 1
Redistribución espacial de la población	Generación de nuevas actividades económicas en el área	♦♦♦ □□□	1 2
Cambio en la estructura demográfica	Cambios en la población total del área	♦♦♦ □□□	1 2

Sector primario			
Cambio en la plusvalía de negocios aledaños	Variación de la producción y ventas	+++ 000	0 1
Cambios en el valor del suelo	Nuevos precios de terrenos que serán beneficiados por la nueva estructura portuaria	+++ 000	0 2
Sector secundario y terciario			
Deficiencias en dotación de servicios	Número de personas ascendentes a las actividades de construcción que presentan presión por uso de servicios	+++ 000	-1 1
Factores socio - culturales			
Cambio de patrones de vida tradicional	Número de migrantes de otras regiones	+++ 000	0 2
Ocupación de territorios	Número de comunidades afectadas	+++ 000	0 0
Dstrucción de restos arqueológicos	Número de sitios	+++ 000	0 0
Aparición de enfermedades	Número de casos atendidos en la dependencia de salud	+++ 000	0 0
Delincuencia	Número de denuncias policiales	+++ 000	-1 -1
Educación	Número de alumnos matriculados en el área	+++ 000	-2 -1
Hidrología superficial y subterránea			
Pérdida de la calidad de agua	Introducción de sustancias y/o sedimentos contaminantes por operaciones en el embarcadero	+++ 000	-1 -1
Cambio en los flujos de caudales	Estaciones de avenidas y estiaje.	+++ 000	-1 -1
	Superficies afectadas por corrientes a lo largo de las riberas	+++ 000	-1 -1
Cambios en procesos de erosión y sedimentación	Probabilidades de ocurrencia de colmatación del lecho del cauce del río Napo	+++ 000	-1 -1
Interrupciones de flujos de agua superficial	Número de cauces interceptados por construcción de obras en el embarcadero	+++ 000	0 0
Suelos			
Dstrucción directa del suelo	Superficie ocupada por la nueva infraestructura	+++ 000	0 0
Aumento de erosión	Denudación de orillas del río Napo	+++ 000	0 0

	Contaminación de plataforma, vías de acceso y mantenimiento	+++ 000	0 0
Vegetación			
Destrucción directa de la vegetación	Superficie de vegetación dañada en el trazo de la obra	+++ 000	0 0
Degradación de las comunidades vegetales por acción de las obras del embarcadero	Inventario florístico y extrapolación en zonas similares	+++ 000	0 0
Destrucción de poblaciones de especies protegidas o interesantes	Número de especies endémicas y protegidas	+++ 000	0 0
Cambios en la productividad florística	Superficie de biomasa florísticos sensibles	+++ 000	0 0
Fauna			
Destrucción de habitats de especies de fauna	Superficie de bosques afectada por actividades portuarias	+++ 000	0 0
Riesgos de atropellamiento por embarcaciones	Número de especies y poblaciones que pueden ser atropellados	+++ 000	0 0
Pérdida de lugares de reproducción y/o nidificación	Análisis de densidad por área de lugares sensibles para cría	+++ 000	0 0
Aumento de la caza y pesca furtiva	Población de especies endémicas y protegidas	+++ 000	0 0
Paisaje			
Visibilidad e intrusión visual de las obras civiles del embarcadero	Número de paisajes de río afectado Número de casetas y oficinas de obra	+++ 000 +++ 000	0 0 -1 0
Denudación de superficies (taludes y terraplenes)	Volumen de material de tierra previsto abandonar en el lecho del río	+++ 000	-1 0

2.0. APLICACIONES METODOLÓGICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

En base a la conceptualización de las relaciones físico, biológicas y socioculturales que se establecen en la zona, teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado y la transformación del ecosistema del bosque húmedo tropical altamente productivo, en un ecosistema que presenta serios problemas de desertificación, se ha seleccionado una metodología de tipo global, sintetizada en el desarrollo de diagramas causa-efecto, y en una matriz de calificación de los impactos ambientales.

En las aplicaciones metodológicas, realizadas en el contexto del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto del Embarcadero Fluvial de Cabo Pantoja, se ha tenido presente que las obras que serán necesario llevar a cabo generarán un cambio o alteración en el medio ambiente; algunas que pueden o podrían ser momentáneas,

pudiéndose producir la recuperación del componente ambiental dañado, luego de que la acción que lo produjo deje de actuar; otras requerirán tomar las acciones correspondientes para tratar de evitarlas o atenuarlas.

Estas alteraciones medioambientales, que representan en si los efectos o cambios en alguno o algunos de los componentes del entorno, se pueden producir sobre los ambientes físico, biológico y socioeconómico de la zona de influencia del proyecto, no sólo durante la etapa de construcción del embarcadero sino también durante la operación del mismo. La dinámica de los sistemas ecológicos en este aspecto toman su verdadero significado en los estados de entropía y neguentropía; considerando a la entropía como un índice general del desorden asociado con la degradación de la energía y a la neguentropía como una característica de los organismos, ecosistemas y biosfera entera de crear y mantener un alto grado de orden interno.

En este sentido, el análisis y evaluación de los impactos ambientales toma en cuenta diferentes escenarios, que son necesarios considerar, y que se reflejan en el corto plazo durante la etapa de construcción, y en el largo plazo, durante el funcionamiento del proyecto. Así también, los criterios de globalidad, integridad, conmensurabilidad, separación de efectos, descriptibilidad, sinergia del sistema y la inclusión de criterios explícitos, son tomados en cuenta a fin de que la metodología a utilizar permita una real identificación de los impactos ambientales.

10.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.

1.0. GENERALIDADES.

De acuerdo con los estudios de caracterización del medio ambiente del área de influencia directa del Proyecto, del conocimiento de la obras que implica el Proyecto Embarcadero Fluvial de cabo Pantoja y de los resultados de las aplicaciones metodológicas empleadas para identificar impactos ambientales, podemos mencionar que los impactos ambientales se presentan de manera reiterativa, a punto que muchas veces se contabilizan más de una vez. En este sentido, a fin de evitar una doble contabilización de impactos ambientales, hemos asumido la determinación de impactos ambientales potenciales, como la síntesis de los impactos ambientales que deben evaluarse.

En este sentido, los impactos ambientales potenciales en el medio físico y biológico durante la construcción de las obras del embarcadero fluvial serán de relativa significancia. Esto es debido a que la mayor parte del área más próxima a las

instalaciones portuarias reflejan una intensa actividad antrópica. El bosque natural ha sido ocupado por el área urbana (ie. el poblado de Cabo Pantoja y por algunas extensiones de pastos para la producción pecuaria, existiendo también extensiones dedicadas a la agricultura).

Consecuentemente la fauna silvestre casi ha desaparecido de la zona y debe haberse refugiado en zonas más alejadas donde todavía no llega la acción del hombre.

Por otro lado, en el Estudio de Impacto Ambiental del Embarcadero Fluvial de Cabo Pantoja, se ha considerado, también, que el servicio que prestará el embarcadero fluvial de Cabo Pantoja en su ubicación, capaz de operar durante todos los meses del año, permitirá un incremento y seguridad del transporte fluvial, que a su vez, generará un mayor desarrollo del área, por la seguridad de disponer de un servicio de transporte fluvial permanente.

Aunada a estas consideraciones, tenemos que mencionar el futuro mejoramiento de la trocha Cabo Pantoja-Güepi, hecho que indudablemente contribuirá a generar un desarrollo socio económico de la zona, considerando que se unen dos ríos importantes: el Napo y el Putumayo, que si no se considera planificado racionalmente pueden ocurrir algunas perturbaciones en el sistema ecológico de su área de influencia indirecta.

Es pues conveniente tener presente, que el mejoramiento del embarcadero fluvial de cabo Pantoja y el de la trocha Cabo Pantoja- Güepi, puede mejorar que una mayor población, proveniente de otras áreas más deprimidas, ingresen a la zona incrementando los problemas ecológicos, afectando también el recurso de fauna aún existente en áreas aún cubiertas con bosques naturales.

Se puede mencionar que será durante la etapa de operación del embarcadero fluvial de Cabo Pantoja que los efectos inducidos generarán impactos ambientales inducidos de mayor relevancia en el medio ambiente. Las consideraciones de ingeniería de la obra, no reflejan mayor complejidad y es de suponer que los impactos ambientales no serán relevantes.

Pero sin embargo, hay que señalar que un impacto ambiental sobre el recurso hídrico y por lo tanto directamente sobre el recurso hidrobiológico, que hay que tener presente, es el vertimiento directo de las aguas servidas de Cabo Pantoja, aguas arriba de la ubicación escogida para el embarcadero fluvial. Las mayores facilidades que se dispondrá para una mayor operación de carga en el embarcadero, puede originar una mayor reactivación de las actividades en la zona y causar un crecimiento explosivo de

la población, con el consiguiente incremento del volumen de aguas servidas que seguirán siendo arrojadas al río Napo, sin tratamiento alguno, produciéndose, por lo tanto, una mayor contaminación de sus aguas y afectar en mayor grado el recurso hidrológico.

Sin embargo, en otros casos, el impacto ambiental potencial no revestirá mayores problemas y será momentáneo. Por ejemplo, durante la construcción, la alteración ambiental será poco significativa. Se requerirá poco movimiento de tierras en las riberas y en el fondo del río la construcción de los anclajes de las instalaciones portuarias de río producirán sólo momentáneamente cierta turbidez en las aguas, cuya recuperación de las condiciones primarias requerirá poco tiempo, dado el gran volumen de aguas que lleva el río Napo, aún en época de sequías.

Por otro lado, en las labores de montaje se deberá utilizar técnicas especializadas, que requiere también la participación de mano de obra calificada para ser llevadas a cabo, lo que evitará se generen accidentes que suelen presentarse en estos tipos de obra.

Finalmente, es de esperar que durante las operaciones de instalación del embarcadero; así como durante su funcionamiento se produzca una modificación de los patrones de tránsito actualmente existentes, tanto en tierra como en el río. La intensificación de actividades puede ocasionar ruidos y cierta contaminación del aire y accidentes personales, que es necesario tener presentes para dictar las medidas correctivas oportunas.

En general, a continuación se describen los impactos ambientales potenciales:

- Impactos ambientales potenciales sobre la flora y la fauna.
- Impactos ambientales potenciales sobre el agua de río y en el recurso hidrobiológico.
- Impactos ambientales potenciales debido a la pérdida de la integridad de la orilla.
- Impactos ambientales potenciales en el medio socioeconómico.
- Impactos ambientales potenciales sobre el recurso suelo y las posibilidades de sedimentación en el área del embarcadero.
- Impactos ambientales potenciales sobre la calidad del aire.

2.0. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES SOBRE LA FLORA Y FAUNA.

De acuerdo con el estudio respectivo, el ecosistema terrestre inmediato del área donde será ubicado el embarcadero fluvial de Cabo Pantoja se encuentra totalmente modificado por la intervención antrópica, constituyendo actualmente un área rural donde no existe áreas con bosques naturales, por lo tanto, es evidente la ausencia de la fauna características de esas áreas; solamente se han apreciado algunas aves que se posan sobre los pocos árboles que no han sido talados.

También existe alguna vegetación ribereña dispersa a lo largo de la margen izquierda del río Napo, tanto aguas arriba, como aguas abajo del área escogida para la ubicación del embarcadero. En otros ambientes terrestres más alejados de la ubicación mencionada, existen áreas naturales con limitada intervención antrópica, observándose sin embargo, la presencia de áreas transformadas en fundos o chacras, dedicados principalmente a cultivos de panllevar, donde tampoco existe ya la fauna terrestre característica, que se ha ido a refugiar a zonas aún más alejadas de la presencia humana.

Por tal motivo, se puede concluir que durante las operaciones de construcción del embarcadero fluvial de Cabo Pantoja, sólo podrían ser afectados algunos árboles ribereños existentes en el área que será ocupada por las instalaciones del nuevo embarcadero fluvial. Sin embargo, ello no representa pérdidas de diversidad florística, puesto que luego muchas de ellas pueden regenerarse o en su defecto se puede reforestar el área afectada que será muy reducida.

Lo que si podría generar un mayor impacto ambiental sobre la flora y fauna del ecosistema terrestre, es la posible generación de asentamientos humanos no planificados en el área de influencia indirecta del embarcadero, atraídos por las mayores y mejores facilidades para el transporte fluvial.

En tal sentido, este efecto inducido debe ser considerado a fin de tomar medidas para impedir que sean deforestadas áreas que no son aparentes para la actividad agropecuaria, que de otro modo podría generar una erosión intensa con la consiguiente remoción de masas de tierras y las graves consecuencias que ello significa; además que afectan a la fauna terrestre, que aún debe existir en esas áreas no intervenidas por el hombre.

3.0. IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL EN EL AGUA DE RÍO Y EN EL RECURSO HIDROBIOLÓGICO.

El ecosistema acuático es uno de los más importantes de la amazonía. Dada la actividad antropogénica que existe en la zona de la margen izquierda del río Napo donde será ubicado el embarcadero, aguas abajo de la desembocadura del río Aguarico, el recurso acuático está algo afectado por las descargas de las aguas servidas del poblado de cabo Pantoja, (300 Habitantes), por subproductos de aserraderos y derrames de combustibles y otros desechos, también por el uso directo del agua de río que hace la población ribereña para el lavado de ropa, utensilios de cocina y otros.

Sin embargo, se ha podido detectar que dichas áreas, al igual que otras más alejadas ubicadas antes y después de la ubicación del embarcadero presentan la misma composición ictica (representado por 20 familias de peces que incluyen 52 géneros y 55 especies; crustáceos de la especie “camarón” y mamíferos como los buefos y la flora acuática está representada por dos especies de macrofitos flotantes), aunque con predominancia de algunas especies más resistentes a las bajas concentraciones de oxígeno.

Durante la etapa de ubicación del embarcadero sobre el río Napo, no deben producirse mayormente efectos negativos sobre la fauna hidrobiológica existente. El transporte de las instalaciones a su ubicación es una operación que debe ser confiada a una empresa que demuestre una adecuada idoneidad para estas actividades (mano de obra calificada y experimentada), no debiendo producirse movimientos de tierras en la ribera del río Napo; así como tampoco movimientos en el fondo del río, que podrían causar algún tipo de turbidez momentánea que pueda modificar la actividad fotosintética que se realiza por la penetración de la luz hacia las capas inferiores del agua.

Durante la etapa de operación del terminal fluvial, se producirán impactos sobre el sistema acuático, principalmente por los derrames de diversas sustancias durante las operaciones de embarque y desembarque; así como también por los derrames de aceites y grasas de las motonaves que transportarán las cargas que se movilizarán por el embarcadero. Las posibilidades de contaminación en mayor o menor grado dependerá del tipo de material que se derrame durante las operaciones; es indudable que las operaciones con materiales tóxicos, que podrían caer accidentalmente al río

podrían afectar fuertemente la calidad del agua y producir la muerte inmediata de peces u otras especies.

La disponibilidad de un servicio de embarcadero permanente durante el año, será incentivo para que exista una mayor movilización de cargas y por lo mismo una mayor frecuencia del movimiento de barcos o barcasas; es decir, un mayor tráfico y transporte a través del río lo que puede generar una intensificación de los impactos sobre el sistema acuático aledaño al embarcadero o dentro de su área de influencia directa.

A pesar de producirse estos impactos no existe el riesgo de una pérdida de diversidad de especies de la fauna hidrobiológica, por lo que al concluir la construcción del embarcadero dichas áreas serán nuevamente colonizados por los organismos acuáticos y durante al operación del embarcadero las medidas de seguridad que deben tomarse para evitar se produzcan riesgos mayores por derrames de sustancias nocivas, evitarán así mismo una mayor afectación del recurso.

4.0. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES: PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD DE LA ORILLA.

En el kilómetro de ribera que limita la ciudad de Cabo Pantoja, se puede señalar que existe una alternancia de sectores donde la erosión es muy lenta, conformadas por suelos resistentes a la erosión, siendo las riberas bastante estables y casi perpendiculares, con otros sectores formados por grandes bolsones de arcilla, con pendientes más suaves.

Este fenómeno, es la causa de derrumbes generalizados en unos casos y en otros se presentan fenómenos más lentos, que producen deslizamientos en paquetes que llegan hasta el río y que por acción de los pobladores ribereños se observan como terrazas arcillosas que se escalonan hasta en tres niveles.

5.0. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN EL MEDIO SOCIO CULTURAL Y ECONÓMICO.

La zona de influencia del embarcadero fluvial de Cabo hace mucho tiempo que ha sido sometido a un proceso de colonización bajo; de modo que la alteración de las antiguas tradiciones culturales, históricas y religiosas; así como las étnicas, han sufrido un proceso de alteración, que ha llevado a muchos habitantes nativos a integrarse a los nuevos patrones introducidos por el hombre. Por lo tanto, tratándose de un proyecto de un embarcadero que ha existido en una zona muy cercana a la nueva ubicación, pero

en forma precaria, para permitir que sea permanente y frecuentemente utilizado, no se espera produzca mayores efectos sobre los aspectos antes mencionados.

Los mayores impactos podrían producirse durante la etapa de operación del embarcadero; ya que, el mayor tránsito fluvial puede resultar en la liberación de contaminantes naturales y antropogénicos en el medio ambiente; así como, alteraciones y problemas relacionados con la seguridad en el transporte.

Es de esperar se produzcan cambios en el uso de la tierra por el mayor desarrollo que puede ocurrir en Cabo Pantoja. El proceso de urbanización de la ribera donde está ubicado el embarcadero puede intensificarse afectando tierras ocupadas actualmente por pastizales, principalmente. Como resultado de los impactos sobre el ecosistema acuático.

Otro efecto, que podría producirse es sobre los recursos humanos; sin embargo tratándose de labores especializadas a ejecutar en la construcción de las instalaciones portuarias, es de prever que para dichas operaciones se contratará personal especializado, llevado de fuera, que tampoco será muy numeroso, de modo que no se ejercerá mayormente presión sobre el potencial de mano de obra de la zona.

Por otro lado, es común la existencia de personas en edad de trabajar, desocupadas; parte de la cual, podrían ser absorbidas momentáneamente por las obras de construcción más comunes que requieren de mano de obra menos especializada, y otra parte, para las labores a realizar en la etapa de operación, que serán de mayor intensidad que las que hubieran anteriormente, ya que el embarcadero operará durante todo el año.

Por otro lado, será evidente que el crecimiento y desarrollo de la zona significará un aumento rápido de la población de Cabo Pantoja, con la consiguiente presión sobre los servicios públicos, como educación, salud, agua potable, alumbrado, vivienda.

Las mayores y mejores facilidades de transporte significarán , también, una mayor aceleración en la ocupación del territorio, lo que hace necesario prever que los nuevos asentamientos humanos o colonos se instalen en áreas apropiadas; y que, desarrollen las actividades agropecuarias y forestales en áreas apropiadas para dichas actividades, a fin de no afectar los frágiles ecosistemas de suelos y vegetación existentes.

Los suelos deben ser utilizados considerando la real capacidad de uso que tienen, de acuerdo con los resultados que aparecen en la caracterización del medio ambiente

físico, y atendiendo a las recomendaciones para su manejo, sólo así se podría lograr un desarrollo sostenible, que conserve los recursos y el medio ambiente.

6.0. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES SOBRE EL RECURSO SUELO

Conforme se ha mencionado anteriormente, la actividad antrópica ha ocupado una gran extensión del ecosistema terrestre aledaño a la ubicación del embarcadero fluvial de Cabo Pantoja; la localidad de Cabo Pantoja, se extiende hasta la orilla del río, sin embargo, no se afectarán nuevas tierras, si no aquellas ya intervenidas por el hombre.

Lo que si puede afectar al recurso suelo es el incontrolado ingreso de nuevos colonos, dispuestos a desarrollar actividades agropecuarias en áreas aún no intervenidas por el hombre en el área de influencia indirecta del embarcadero. Esto debe ser motivo de un estricto planeamiento, para que el uso de la tierra se haga de conformidad con el Uso Mayor. Es necesario evitar se utilicen las áreas de las cabeceras de las quebradas y otras consideradas de protección, porque de otro modo podría producirse o incrementarse la erosión de los suelos, producirse aún derrumbes mayores que pueden generar refregamientos de las quebradas y su posterior rompimiento en forma brusca, originando aluviones que lleguen hasta los ríos mayores en forma de lodo y palizadas que pueden afectar los recursos de fauna y flora, existentes aguas debajo de donde ocurrió, lo que incluye el río Aguarico como a todos los ríos principales de la zona, especialmente el Napo.

De requerirse durante la ubicación del embarcadero el movimiento de materiales de tierra, los sobrantes de este material no deberán arrojarse al río, sino reubicarlo en lugares apropiados (botaderos), de manera que no interrumpen el drenaje natural de las aguas superficiales; así como, tampoco afectar otras áreas circundantes.

La construcción de las instalaciones de tierra requerirán del aprovisionamiento de material adecuado para el afirmado del suelo y para la preparación del concreto que se utilizará en la obra. Este material procederá de canteras que deben ser cuidadosamente seleccionadas y manejadas a fin de procurar el menor daño al recurso.

7.0. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES POR LA POSIBILIDAD DE SEDIMENTACION EN EL AREA DEL PUERTO.

Los cambios o variaciones del lecho fluvial del Napo, en la zona de Cabo Pantoja, son un fenómeno morfológico común en ríos que atraviesan llanuras donde los lechos fluviales forman meandros divagantes.

Siendo el fondo del lecho móvil, pues está constituido de arenas y limos, que se desplazan constantemente debido a efectos de la corriente, es necesario hacer repetidas batimetrías, en meses diferentes, a fin de poder establecer la dinámica que ocasiona variaciones en el fondo del lecho fluvial

Sin embargo, por las características morfológicas del lecho del río Napo en un tramo de 10 Km. se puede pensar que en un plazo más o menos largo, habrán pocas variaciones, existiendo la posibilidad de que el fondo móvil del lecho puede causar cambios en la ubicación del thalweg (línea conformada por los puntos de mayor profundidad), actualmente frente a Cabo Pantoja, que no afectaría mayormente al nuevo embarcadero.

La necesidad de la batimetría repetida es mayor, si se piensa que el desarrollo inducido puede ocasionar una mayor erosión en las nuevas áreas ocupadas; y por lo tanto, una mayor proporción de sedimento en los cuerpos de agua, principalmente en áreas ubicadas, aguas arriba de Cabo Pantoja.

8.0. IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

La degradación de la calidad del aire, durante la construcción de las nuevas obras de tierra del embarcadero, podría deberse a la operación del equipo y maquinaria que es necesario emplear para el transporte de materiales (cemento, arena, etc.); así como, el que será utilizado para el afirmado del suelo y para la preparación del concreto que requiere la infraestructura propia del embarcadero.

10.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

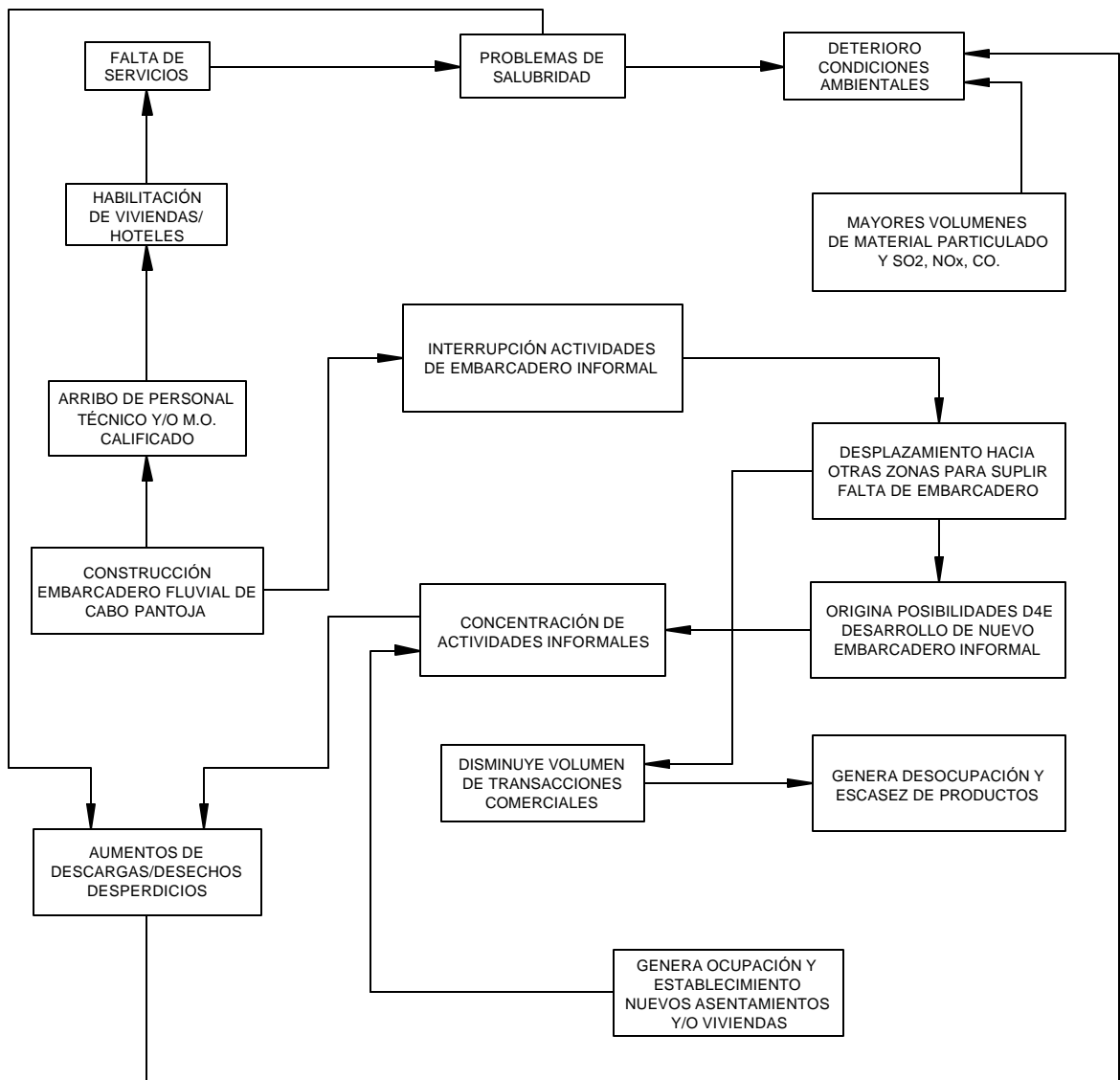
En el presente Plan de Manejo Ambiental se recomiendan una serie de medidas para evitar o reducir los impactos negativos significantes hasta niveles aceptables, así como potenciar aquellos positivos identificados. En caso necesario, se considerará la compensación de las partes afectadas, cuyos impactos pueden ser atenuados.

1.0. MEDIDAS DE MITIGACION

En relación con la Flora y Fauna terrestre:

- Reforestar las áreas ribereñas que podrían ser afectadas durante el traslado e instalación de los componentes de la obras del embarcadero.
- Planificar los asentamientos o aprovechamientos forestales, a fin de no afectar las áreas consideradas de protección, que pueden ser refugio de la fauna silvestre.
- Asimismo, evitar la depredación de los bosques naturales, que pueden ser afectados por irresponsables extractores de madera, actividad que se verá acrecentada por la mejor disponibilidad de un servicio de transporte más rápido, económico y permanente.

CONSTRUCCIÓN EMBARCADERO FLUVIAL CABO PANTOJA DIAGRAMA CAUSA - EFECTO



En relación con el agua y el recurso hidrobiológico:

- Evitar que se continúen echando al río desechos de la actividad de aserrío de maderas u otra actividad antrópica. Estos deben ser apilados para después disponerlos adecuadamente.
- Instar a los transportistas que utilizan el embarcadero, que tomen las medidas necesarias para evitar el derrame de aceite, gasolina o petróleo al río en momentos que procedan a llenar sus tanques de combustible.
- Tomar las precauciones del caso para que la labor de anclaje de las instalaciones portuarias dentro del río se ejecuten en el menor tiempo posible y limitar el tiempo de turbidez del agua que afecta la riqueza ictiológica que existe en el río Napo.
- Establecer las coordinaciones adecuadas con las autoridades municipales de Torres Causana para desarrollar un sistema de tratamiento de aguas servidas de ser vertidas al río.
- Elaborar planes para la prevención y limpieza de los derrames que podrían producirse con mayor frecuencia, debido a la intensificación del movimiento fluvial. Capacitar un grupo de trabajo para que se encargue del manejo de derrames.
- Planificar el uso racional de los suelos en las áreas que serán ocupadas por nuevos colonos, a fin de evitar se produzca la deforestación de zonas inapropiadas para uso agropecuario, que generarán problemas de erosión, derrumbes y represamientos, que finalmente se traducirán en una mayor turbidez del agua que afecte al recurso hidrobiológico del río Napo.

En relación con el recurso suelo:

- Tal como se mencionó anteriormente, planificar el uso del suelo de acuerdo con su capacidad de Uso Mayor, lo que permitirá llevar a cabo en ellos, labores agropecuarias y de extracción forestal en áreas apropiadas, evitando así la erosión de los suelos y problemas mayores derivados de acciones de uso irracional de los suelos.
- Planificar el crecimiento de la población de Cabo Pantoja, sobre áreas de menor valor agropecuario, a fin de evitar desplazar la actividad agropecuaria por las casas que albergarán a la mayor población que se espera fluirá hacia Cabo Pantoja.
- Depositar los desechos de basuras sobrantes de tierras en lugares apropiados (botaderos), de tal manera que sean instalados en terrenos de escaso valor

agropecuario o forestal, procediendo a taparlos, tratando de recomponer el paisaje alterado.

- El área distribuida por el uso de canteras debe ser rehabilitada convenientemente y si fuera el caso, efectuar la reforestación del área.

En relación con la integridad de la orilla del río Napo:

- Efectuar la cimentación de las obras de tierra del embarcadero, de manera que los esfuerzos se transmitan al manto terciario, evitando así presiones sobre el material blando arcilloso.
- Sembrar con pastos fuertes (toro urco) los cortes que se van a emplear dentro de las instalaciones de tierra del embarcadero.

En relación con las posibilidades de sedimentación en el área del Puerto:

- Evitar la deforestación de áreas no apropiadas para su uso agropecuario, ubicadas aguas arriba del embarcadero de Cabo Pantoja, tanto en los niveles superiores del río Napo, como de las quebradas afluentes que vierten sus aguas a este río, antes de la ubicación del embarcadero. Esto evitará aumentar la erosión de los suelos y por lo tanto el transporte de materiales en suspensión que podrían sedimentarse en la zona del embarcadero, afectando la operación de los barcos de mayor calado.
- Efectuar la batimetría del río en la zona del embarcadero en forma permanente, a fin de conocer las variaciones del fondo de éste y poder tomar oportunamente las medidas del caso para evitar su colmatación, que podría generar un acortamiento de la vida del puerto o, en su defecto, una disminución del calado de los barcos que llegarían hasta el embarcadero de Cabo Pantoja.

En relación con el medio socioeconómico y Cultural:

- Tomar las medidas que permitan evitar la incidencia de problemas relacionados con la seguridad de las personas, debido a la mayor afluencia de forasteros debido al nuevo servicio.
- Planificar los cambios en los usos de la tierra, a fin de que las actividades se desarrollen utilizando tierras apropiadas para tal efecto.
- Procurar un desarrollo industrial planificado, cuidando que las aguas residuales de las industrias lleguen directamente a los cuerpos de agua y los contaminen. Exigir un tratamiento previo antes de ser vertidas a los cuerpos de agua en la zona.
- En el caso de que se requiera utilizar áreas de propiedad de terceros, efectuar las valorizaciones correspondientes y compensar adecuadamente a los propietarios.

- Elaborar planes de contingencia para emergencias, a fin de minimizar los riesgos de accidentes, durante el transporte y las labores de carguío y descarga de los productos transportados.
- Monitorear la calidad del aire local y reducir las operaciones, si se presenta una calidad de aire, no aceptable, debido a la operación de alguna industria surgente.
- Evitar la presión sobre la mano de obra local, que produzca desplazamiento de la actividad agropecuaria a la de transporte, encareciendo inadecuadamente los servicios de mano de obra.
- Creación de Programas de Concientización Ambiental para los trabajadores del embarcadero y población en general.

2.0. PLAN DE MONITOREO

Es necesaria la preparación del Plan de Monitoreo Ambiental, que permita administrar adecuadamente el Proyecto y asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.

Los parámetros que requieren seguimiento, durante la puesta en marcha y operación del embarcadero de Cabo Pantoja, son las siguientes:

- Establecimiento de la calidad del agua en el área del proyecto, a fin de evitar llegue a contaminarse hasta niveles no permisibles que puedan afectar en mucho mayor grado la riqueza ictiológica del río Napo.
- Seguimiento del transporte de sedimento, su acercamiento, que puede producir disminución de profundidad del río.
- Batimetría permanente, a fin de prever problemas con el fondo del río, que puedan afectar la navegación.
- De no construirse defensas ribereñas, monitorear permanentemente los efectos del oleaje en la orilla; así como, los problemas de erosión lateral que pueden ser causados por la incidencia de la corriente desviada hacia la ribera por causa de las instalaciones de río.
- Seguimiento de los efectos del proyecto sobre la población de Cabo Pantoja, relacionados con el crecimiento ambiental entre los empleados del puerto y de la población de Cabo Pantoja, efectuando las correcciones necesarias.

10.4 PLAN DE CONTIGENCIAS

Este Plan está orientado a establecer las medidas que hay que tomar, a fin de evitar daños imprevistos al entorno ambiental del área de influencia del embarcadero fluvial de Cabo Pantoja, por causas fortuitas que pueden ocurrir durante la etapa de operación al mismo.

Entre ellas, podemos mencionar las siguientes:

- La ocurrencia de derrames de aceite, petróleo, gasolina, etc. en volúmenes no previstos, debido a accidentes en las operaciones de carga o descarga de éstos. Es necesario, que exista una brigada de personas especialmente preparada para el manejo de estos derrames, que provistos del equipo apropiado puedan conjurar en el menor tiempo posible el problema suscitado. En primer lugar, debe identificarse el foco contaminante para tomar las medidas adecuadas que permitan impedir continúe vertiéndose al agua dichos contaminantes y luego hacer el tratamiento adecuado a los restos que quedan adheridos en los suelos y vegetación a la orilla de los ríos.
- Proceder igualmente con la misma celeridad cuando se trate de derrame de elementos de alta toxicidad, debiendo de utilizarse algún tipo de químico que puede neutralizar o atenuar los efectos nocivos del tóxico en el agua.
- En el caso que se produzcan incendios en los alrededores o en el barco mismo, tener preparada una brigada de auxilio para sofocar este tipo de siniestros, que debe contar con el equipo contra incendios para combatirlo adecuadamente; sobre todo cuando existan en los almacenes materiales que al quemarse puedan generar humos sumamente nocivos a los recursos naturales, a la agricultura, ganadería y pastos; así como, a la población y a la flora y fauna doméstica.
- Tener preparada una brigada especializada con el equipo adecuado, para el caso que se produzcan deslizamientos en las cuencas altas de los tributarios del río Napo ubicados aguas arriba del Embarcadero Fluvial de Cabo Pantoja, debido a la explotación que se está haciendo de dicha área, que finalmente se traducen en inusitada creciente del río, que arrastra enormes palizadas que pueden afectar las instalaciones del embarcadero ubicadas en el mismo río.
- Tener preparado un Plan de Acción adecuado y el personal entrenado en caso de que ocurra una creciente extraordinaria de las aguas, que puedan inundar las zonas donde están instaladas las obras de tierra, que podrían desestabilizar al mismo tiempo las obras de anclaje de las instalaciones de río. Además, efectuar

algún tipo de obra que permita defender inicialmente dichas instalaciones hasta que puedan intervenir el personal asignado para esta labor.

- Tener preparado un equipo de rescate para el caso que se siniestre un barco, o que se produzca un choque entre ellos debido a la intensificación del tráfico; principalmente, cuando se transporta materiales inflamables tóxicos que puedan caer al agua, contaminándola y afectando al recurso hidrobiológico que existe en el río Napo.
- El desarrollo inducido puede dar origen a una intensificación del transporte de personas en barcos o motonaves, por necesidades comerciales, o de otro tipo. Las seguridades con que deben contar estas personas durante el viaje exige que, además de las propias del barco, exista una brigada de salvataje específicamente preparada para estas labores, que puedan acudir inmediatamente al auxilio cuando se produzca el siniestro: choque, incendio, u otro percance que ponga en peligro la vida de las personas.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las experiencias aprendidas con los embarcaderos fluviales de San Pablo, Mazán, Contamana y Yurimaguas, nos permiten finalmente decidir por el diseño del embarcadero tipo pontón muelle más puente de acceso basculante por ser una estructura que más se adecua a las variaciones del río, además el pontón muelle que se encuentra expuesto a la corriente no retiene tanta palizada como es en el caso del embarcadero fluvial de Mazán donde el cabeza junto con el pontón flotante actúan como una barrera que constantemente atrapan las palizadas que transporta el río, ocasionado que el embarcadero se encuentra permanentemente con palizadas atrapadas en las estructuras.
- Ubicar zonas en la Amazonía que garanticen condiciones permanentes para la construcción de los embarcaderos y su operatividad en todas las épocas del año, resulta muy difícil, pero existen características que nos permiten dentro un rango aceptable de seguridad, el funcionamiento de estas estructuras por un buen periodo de tiempo.
- Las palizadas es un fenómeno natural que se produce continuamente en los ríos amazónicos y se ha comprobado a través de los embarcaderos construidos, que los sistemas retenedores de palizadas no funcionan.

La mejor forma de combatir a las palizadas es con una limpieza y mantenimiento constante, retirando las palizadas a fin de evitar de que se acumule y por la fuerza generada pueda afectar el equilibrio en que se encuentra el embarcadero, para lo cual deberá contarse con las facilidades y los equipos de limpieza apropiadas (lanchas, motosierras, cables y demás accesorios para el arrastre de los troncos).

- Una consideración que se debe tener en cuenta en el diseño de todo embarcadero fluvial es la determinación de los niveles máximos y mínimos del río, sobre la base de una información histórica, ya que una mala determinación del nivel mínimo del río ocasionará que el pontón-muelle quede varado en tierra; lo contrario sucederá cuando el nivel del río supere el nivel máximo calculado ocasionando que las estructuras en tierra queden sumergidas.

- Debido a las condiciones cambiantes de los cauces en los ríos amazónicos, las estructuras fluviales que se diseñen deberán ser tales que se puedan recuperar casi la totalidad de la inversión realizada, para luego ser trasladadas a una mejor posición que garantice una operatividad permanente.
- Todos los sistemas de anclaje a tierra y a río en una infraestructura fluvial se encuentran en equilibrio y diseñados para las diversas fuerzas a las que está sometida el embarcadero (acción de la corriente del río, vientos, palizadas, impacto de naves al atracar, etc), al actuar solamente una parte de los sistemas de anclaje, ya sea por una rotura de uno de los cables de anclaje, estos sufren una sobrecarga, que afecta el periodo de vida de estos elementos, por lo que se recomienda mantener todos los sistemas de anclaje en perfectas condiciones.
- Los embarcaderos diseñados en la amazonía no trabajan en forma automatizada, por lo que se recomienda capacitar al personal que se encargará del embarcadero, en el manejo de los sistemas de anclaje del embarcadero, labores que se realizarán en las variaciones del nivel del río recogiendo o soltando los cables de anclaje pero manteniendo el equilibrio en que se encuentra toda la infraestructura para no forzar que uno de los cables trabaje a su máxima capacidad de carga, exponiendo a que el cable sufra una rotura.
- Los cables del sistema de anclaje del muelle, hacia tierra y río deben estar siempre en el sentido contrario a la dirección de la corriente para que uno de los componentes de tensión en los cables se oponga a la fuerza de arrastre del río.
- Efectuar y cumplir un programa de mantenimiento de las instalaciones del embarcadero.

XIII.- BIBLIOGRAFÍA

- Estudio de Ingeniería
Reubicación del terminal fluvial de Yurimaguas. Tomo IV-A
Expediente técnico – Licitación Pública, bases, memoria descriptiva y especificaciones técnicas.
MTC – Cesel S.A.
- Estudio de Ingeniería para la instalación de una infraestructura portuaria en Pijuayal – Diciembre 2000
Cesel S.A.
- Zonificación ambiental del ámbito de influencia del proyecto especial binacional de desarrollo integral de la cuenca del río Putumayo.
Volumen I – Estudios básicos (Parte I).
- Embarcaderos fluviales en la Amazonía
Estudio definitivo de Mazán
Investigaciones básicas Vol III – Diciembre 1994
Michelena Repetto & Asociados
- Rediseño y actualización del expediente técnico del embarcadero fluvial de Contamana.
Primer informe - Setiembre 1999
P y D Sociedad Anónima.
- Estudio de prefactibilidad para la ubicación de los embarcaderos fluviales en el río de Madre de Dios tramo Manu – Puerto Pardo.
Informe final - Mayo 200
Asoc. Louis Berger Internacional Inc & Instituto de Consultoría S.A.
- Reubicación del terminal fluvial de Yurimaguas – Tomo IV A
Estudio de ingeniería – Actualización
Informe de la segunda fase
MTC- DGTA - Cesel S.A.
- Estudio de factibilidad técnico económica de un terminal fluvial en Saramiriza o zona alterna
Impacto Ambiental – Octubre 1999
Cesel S.A.
- Estudio definitivo de ingeniería del Embarcadero fluvial de San Pablo
Volumen II: Expediente técnico - Febrero 2000
MTC – Cesel S.A.

- Embarcaderos fluviales en la Amazonía
Informe de factibilidad – Setiembre 1994
Michelena Repetto & Asociados
- Cimentaciones de estructuras.
Clarence W. Dunham - 2da. Edición – McGraw Hill Book Company.
- Manual del Ingeniero Civil.
Frederick S. Merritt – 1ra. Edición en español – McGraw Hill.
- American Institute of Steel Construction.
- Proyecto de estructuras con SAP 2000.
Alejandro Muñoz – InfoPUC – Enero 2002
- Catálogo de productos.
Comercial del acero S.A.
- Catálogo de cables de acero y estrobos.
Prolansa-Procables S.A.
- Catalogo general.
Accesorios Crosby-Lebus-McKissick.
- Catálogo industrial.
Sherwin Williams.